ANALISA (cara modern) ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN

Lanjutan

Ir. a soedradjat s

Penerbit "NOVA"

TEGUH SANTOSO
11 - Jan 2000

ANALISA (Cara Modern)
ANGGARAN BIAYA
PELAKSANAAN Lanjutan

Jntuk : Teknik Sipil, Arsitektur, Teknik Penyehatan,
Geodesi, Teknik Mesin dan Listrik.

Ir. a soedradjat. s

Penerbit **NOVA**

d/a. kotak pos 469 - BANDUNG

KATA PENGANTAR

Pada buku Analisa (secara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan bagian pertama lebih ditekankan pada pembiayaan konstruksi dasar yang pertama-tama harus dikerjakan pada proses pembangunan, sedang pada buku lanjutan ini ditekankan pada konstrusi tahap kedua yang sifatnya lebih khusus atau konstrusi tahap penyelesaian.

Jadi isi kedua buku ini saling melengkapi satu sama lainnya dan tak dapat dipisahkan apabila kita hendak membuat suatu perhitungan biaya yang lengkap.

Mudah-mudahan cara-cara dalam buku jilid lanjutan ini dapat membantu didalam penghematan biaya pembangunan-pembangunan di Indonesia, karena dapat dihitungnya pembiayaan secara lebih tepat berdasarkan pengalaman orang lain.

Terima kasih penulis kepada Ir. Sunggono K. H yang telah memberi semangat dan membantu sepenuhnya sehingga memungkinkan diterbitkannya buku lanjutan ini.

Bandung, 1994

Penulis.

TENTANG PENULIS :

Setelah lulus dari Institut Teknologi Bandung tahun 1964 sebagai Insinyur Sipil, penulis bekerja pada Biro Consultant ICES di Bandung dan mendapat pengalaman dibidang bangunan-bangunan dan saluran-saluran irigasi dan kemudian bekerja pada perusahaan negara HUTAMA KARYA selama satu tahun sebagai Site manager proyek PLTU Tanjung Priok dan memperoleh pengalaman pengelolaan pelaksanaan proyek terutama bidang konstruksi beton tulang.

Dari tahun 1966 sampai tahun 1974 penulis bekerja pada perusahaan minyak asing CALTEX dan berkesempatan mendapat pengalaman dalam bidang bangunan-bangunan teknik sipil untuk keperluan industri perminyakan al : pelaksanaan konstruksi-konstruksi baja dengan bentangan besar, pondasi-pondasi untuk mesin-mesin berat, pipa-pipa minyak, tangki-tangki juga termasuk sarana penunjang seperti bangunan perumahan, kantor-kantor, sistim pemasangan AC , jaringan pipa air minum dan pembuangan dan lain sebagainya.

Dari tahun 1974 sampai 1976 penulis mendapat tugas dari ITB untuk membantu negara sahabat Malaysia dalam bidang pendidikan dan menjadi dosen pada University Technology Malaysia (UTM) di Kuala Lumpur dan memberikan kuliah terutama dalam bidang Hidrolika dan konstruksi bangunan serta mendapat tugas mengelola laboratorium Hidrolika dan Beton.

Tahun 1977 penulis kembali ke tanah air dan bekerja pada CONSUL – TANT perusahaan-perusahaan minyak " TRIPATRA ENGINEERING " sebagai manager dan mendapat tambahan pengalaman mengenai pondasi-pondasi mesin berat di tanah yang lembek, pondasi-pondasi tangki minyak, cara-cara pemasangan jaringan-jaringan pipa minyak, pelabuhan-pelabuhan minyak baik di pantai maupun di lepas pantai untuk perusahaan-perusahaan : " PERTAMINA " , " PETROMER TREND OIL Co " dan lain-lain.

Tahun 1978 bekerja sebagai direktur muda urusan proyek-proyek Internasional pada perusahaan besar Nasional PT."DJEMBAR DJAJA", PT. "HARAPAN INSANI" Joint Operation, dan banyak mendapat pengalaman dalam bidang tender Internasional dan pengoperasian alat-alat berat pada pelaksanaan pembangunan jalan raya dan irigasi dan mendapat pengalaman cara-cara pemilihan alat-alat berat yang tepat untuk proyek-proyek, di Jepang.

Mulai tahun 1980 penulis mendapat tugas dalam bidang perencanaan bendungan dan sistim irigasi serta bangunan-bangunan pengelak banjir pada CONSULTANT PT. " NUSVEY " , sambil menulis pengalaman-pengalamannya dalam buku-buku :

1. Mekanika Fluida dan Hidrolika
2. Analisa (secara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan
3. Analisa (secara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan lanjutan

Mulai tahun 1982 penulis selain berwiraswasta mencurahkan perhatiannya pada bidang pendidikan dan memberikan kuliah-kuliah pada beberapa Perguruan Tinggi serta membimbing para Mahasiswa dalam pembuatan Proyek Akhir pada Akademi Teknik Pekerjaan Umum jurusan sipil.

DAFTAR ISI :

BAB I

KONSTRUKSI KEDAP AIR

Biaya untuk pekerjaan ini besarnya tergantung dari jenis permukaan dan jenis lapisan kedap/tahan air yang dipergunakan, keadaan setempat serta keahlian para pekerjanya.
Pekerjaan ini dapat dibagi 2 jenis yaitu:
i. Konstruksi tahan kelembaban (dampproofing)
ii. Konstruksi tahan rembesan air (waterproofing)
Bahan pelapis kedap air biasanya dipasang di bagian permukaan yang berhubungan dengan air atau tanah yang mengandung air.
Ada 4 cara untuk membuat bangunan tahan air yaitu:

1. Melakukan pengecatan dengan cat tahan air, dengan satu atau dua lapisan pengecatan atau lebih.
2. Melapisi dinding dengan plesteran tahan air, biasanya setebal 1,25 cm atau lebih tebal.
3. Memasang bahan pelapis antara 2 permukaan.
4. Mencampur bahan khusus ke dalam campuran beton atau bahan plesteran sehingga menjadi lebih rapat dan tahan air.

Bahan:

Jenis cat atau kompon yang dipergunakan untuk maksud agar bangunan tahan kelembaban biasanya campuran yang mengandung alum (tawas) dan campuran sabun; potas; tawas, alkali dan basuhan semen; cairan

semen (grout) dengan atau tanpa bahan kedap air; parafin, lilin atau jenis mineral lain yang berupa cairan; berbagai jenis pernis dan cat lapisan dengan minyak; lapisan dengan bitumen (ter atau aspal); lembaran plastik (misalnya : polyethylene); hasil-hasil produksi silicon; dan lain-lain.
1 liter cat kedap air biasanya cukup untuk melapisi bidang seluas 1,6 m^2 sampai 3,7 m^2 dengan lapisan satu lapis. Luasnya bidang yang dapat dicat tergantung dari halus atau kasarnya permukaan.
Untuk permukaan kayu, 1 liter cat cukup untuk melapisi bidang seluas 3 m^2 sampai 6 m^2.
Bahan yang dipergunakan untuk plester kedap air dapat dipergunakan campuran semen pasir dengan atau tanpa tambahan zat kedap air yang biasanya dijual di toko-toko bahan bangunan.
Campuran bahan khusus untuk membuat kedap air dapat dicampurkan ke dalam semen portland atau ke dalam air yang dipakai untuk mencampur beton atau adukan untuk plester.
Biasanya campuran sudah ditentukan oleh pabrik misalnya sekian gram untuk satu zak semen portland atau sekian gram untuk 1 m^3 air.
Untuk lapisan kedap air yang menggunakan lapisan-lapisan tipis biasanya dipakai 3 sampai 5 lapis. Bahan terbuat dari bulu kempa (felt) yang dilapisi dengan aspal. Dipergunakan untuk lapisan di bawah lantai atau dinding di bawah tanah.
Bila dipergunakan lapisan felt ini maka jumlah bahan harus ditambah sekitar 10% sampai 15% untuk sambungan tumpang dan kehilangan-kehilangan karena pemotongan-pemotongan, beratnya bahan pelapis ini sekitar 7,5 kg sampai 21 kg tiap 10 m^2, dan biasanya dijual berbentuk gulungan seluas 20 m^2 sampai 50 m^2.
Ter atau aspal yang dipergunakan untuk mengecat biasanya terpakai sekitar 12 kg sampai 20 kg setiap luas lapisan 10 m^2.
Pada tabel I-1 disajikan keperluan jam kerja untuk pemasangan konstruksi kedap air.

Tabel I-1:

Jenis Pekerjaan	m^2/jam kerja	Jam kerja/10 m^2
A. 1. Membersihkan	3,25 – 18,50	0,54 – 3,24
2. Mengeringkan (bila perlu saja)	2,30 – 18,50	0,54 – 4,32
3. Mengecat tiap lapis (dengan koas)	6,5 – 18,50	0,54 – 1,62
B. Memplester tiap lapis	4,65 – 9,25	1,08 – 2,16
C. Memasang lapisan berbentuk lembaran tipis:		
1. Ter atau aspal, tiap lapis	7,40 – 15,75	0,65 – 1,3
2. Memasang lapisan tipis bulu kempa (felt)	7,40 – 15,75	0,65 – 1,3

Tenaga buruh:

Tenaga buruh tidak hanya untuk memasang lapisan kedap air saja tetapi termasuk membersihkan dan mengeringkan permukaan serta mempersiapkan bahan-bahan.
Untuk mencampur bahan kedap air dengan beton atau adukan plester tidaklah berbeda waktunya dengan pekerjaan beton dan plester saja. Jam kerja yang diperlukan untuk membersihkan dan mengeringkan berbeda banyak, dari 1 jam atau kurang untuk satuan luas 10 m^2 sampai beberapa jam tergantung dari keadaan dindingnya, bila dinding itu kering mungkin hanya diperlukan penyikatan saja sedikit sedang bila dinding itu basah dan kotor maka penyikatan memerlukan waktu lebih banyak dan mungkin perlu dikeringkan dengan semburan api (lihat tabel I-1).
Jadi untuk memasang 3 lapis lembaran pengedap dinding seluas 10 m^2 diperlukan waktu kira-kira:

0,8 jam/lapis x 4 lapis cat aspal 5	=	3,2	jam
0,8 jam/lapis x 3 lapis lembaran tipis	=	2,4	jam +
J u m l a h	=	5,6	jam

Alat-alat:

Untuk membersihkan dinding dipakai koas yang kasar, kecuali kalau kotor sekali dinding perlu dicuci.

Untuk mengeringkan dinding dipergunakan penyembur api (blow-torch).
Pada pekerjaan dengan menggunakan cat diperlukan: tempat mencampur cat (mixing can), koas-koas, alat penyemprot cat, tangga, steger dan alat kecil lainnya yang biasa dipergunakan tukang cat.
Pada pekerjaan plesteran kedap air dipergunakan peralatan tukang plester seperti sendok aduk dll, kadang-kadang diperlukan steger dan tangga.
Untuk pekerjaan kedap air dengan lapisan tipis peralatan yang dipakai sama dengan peralatan bagi tukang cat.
Sedang untuk pekerjaan kedap air yang dicampurkan pada beton atau plesteran alat-alatnya sama saja dengan pekerjaan beton atau plesteran biasa.

Contoh:

Hitunglah anggaran biaya untuk pemasangan lapisan kedap air pada dinding beton di bawah tanah berukuran 7,2 m x 12 m dengan tinggi 2,40 m.
Menurut spesifikasi pekerjaan dinding harus dilapisi dengan: 2 lapis lembaran bulu kempa (felt) dengan 3 lapis cat aspal di mana berat lembaran 11,35 kg setiap 10 m^2 sedang aspal harus dipergunakan 16 kg setiap 10 m^2.
Harga lembaran pelapis Rp. 2.750/50 kg, aspal Rp. 200,–/kg.
Upah mandor Rp. 250,–/jam, upah tukang Rp. 225,–/jam dan upah buruh biasa Rp. 200,–/jam.

Jawab:

Bahan-bahan:

luas dinding (7,2 m + 12 m) 2 x 2,40 m = 92,16 m^2

lembaran pelapis, 2 lapisan ditambah 10% untuk sambungan tumpang:

$2 \times 11{,}35 \text{ kg} \times 1{,}10 \times \frac{92{,}16 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2}$ = 230,12 kg @ Rp. 2.750/50 kg
= .... = Rp. 12.656,79

lapisan aspal, 3 lapis:

$3 \times 16 \text{ kg} \times \frac{92{,}16 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2}$ = 442,37 kg @ Rp. 200/kg
.... = Rp. 88.473,60

Jumlah bahan Rp. 101.130,39

Upah buruh :

Dari tabel I – 1 diambil 0,9 jam kerja / 10 m^2 jadi :

jam kerja seluruhnya 0,9 jam x $\frac{92{,}16 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2}$ = 8,29 jam

Jadi untuk lapisan lembaran felt = 2 x 8,29 = 16,59 jam
lapisan aspal = 3 x 8,29 = 24,88 jam
jumlah jam kerja = 41,47 jam

Buruh dipergunakan 1 orang mandor dan 2 orang tukang, mandor tidak ikut bekerja jadi upah rata-rata = (1 x Rp. 250 + 2 x Rp. 225)/3
= Rp. 233,33/jam

Upah seluruhnya: 41,47 jam x Rp. 233,33 = Rp. 9.676,33,–

Jadi biaya pekerjaan ini sebagai berikut:

1. Bahan-bahan	=	Rp.	101.130,39
2. Upah	=	Rp.	9.676,33
Jumlah I	=	Rp.	110.806,72
Biaya tidak terduga 15% x I	=	Rp.	16.621,01
Jumlah II	=	Rp.	127.427,73
Keuntungan 10% x II	=	Rp.	12.742,77
Jumlah biaya	=	Rp.	140.170,50
Alat-alat kecil	=	Rp.	10.000,00 (ditaksir)
Biaya seluruhnya	=	Rp.	150.170,50

BAB II

KONSTRUKSI ATAP

Konstruksi penutup bangunan atau atap biasanya tidak termasuk dalam konstruksi kuda-kuda dan usuk.
Untuk atap jenis sirap atau lapisan, papan pelapis atap termasuk dalam konstruksi atap. Pelat seng atau aluminium dipakai untuk membuat atap kedap air terutama pada pertemuan-pertemuan bidang atap seperti bubungan atau lembah-lembah atap (valleys).
Jadi termasuk dalam konstruksi atap ialah: bubungan, lembah-lembah dan talang air hujan.
Biaya dari atap tergantung dari bentuknya, bahan yang dipakai, baik jenis maupun mutunya.
Berat dari atap harus diketahui benar-benar karena hal itu menentukan konstruksi dari kuda-kuda dan konstruksi penyangganya.
Pada tabel II-1, disajikan berat atap dan jenisnya.

Tabel II-1

Jenis bahan atap	Berat (kg/m²)	Keterangan
1. Kayu, lapis dasar atap	11 – 17	
2. Felt, setiap lapis	0,73 – 1,46	digulung,seluas
3. Ter atau aspal, tiap lapis	0,98 – 1,46	± 20 m²
4. Ter dan atap kerikil 4 lapis	19,57	
5. Atap digulung mengandung aspal	2,69 – 5,14	
6. Atap kanvas	0,73 – 1,22	
7. Lapisan tembaga No. 22B (US gauge)	6,12	
8. Seng gelombang, 22 (US gauge)	8,56	
9. Seng gelombang, 24 (US gauge)	7,09	
10. Seng gelombang, 26 (US gauge)	5,63	
11. Seng gelombang, 28 (US gauge)	4,89	
12. Atap timah, tebal 1/8"	36,70	
13. Kaca, tebal 1/8"	8,56	
14. Sirap, asbes	9,79	
15. Sirap, aspal	7,34 – 19,57	
16. Sirap, kayu	9,79	dibundel
17. Sirap, slate (batu tulis)	22 – 34,25	
18. Genting, tanah liat atau cement	39,14 – 58,71	

Jenis-jenis atap pada tabel II-1 banyak yang jarang dipakai di Indonesia.

Jenis-jenis konstruksi atap:

a. Lapisan yang berupa lembaran yang digulung (roofing paper and roofing felt):
Kertas bahan atap digulung dengan berat dan ukurannya berbeda-beda. Ada yang berukuran ± 10 m², 20 m² dan 40 m² cukup untuk menutupi atap seluas 10 m², 20 m², dan 40 m² dengan sambungan tumpang sepanjang 5 cm.
Beratnya jenis kertas atap ini sekitar 2,25 kg sampai 13,50 kg tiap luas 10 m². Dipasang dengan menggunakan paku payung yang panjangnya ± 1,50 cm.
Juga lembaran atap (felt) dijual dengan ukuran dan berat yang berbeda-beda. Jenis ini biasanya dilapisi aspal, dipasang dengan menggunakan paku payung yang digalvani untuk mencegah karat dengan panjang ± 1,50 cm.

b. Sirap kayu:
Sirap kayu dibuat dari kayu besi atau kayu jenis lain, lebarnya bermacam-macam dari 10 cm (ukuran normal) sampai 30 cm. Sedang panjangnya sekitar 40 cm, 45 cm sampai 60 cm.
Pada umumnya panjangnya tiga kali panjang yang tampak di luar ditambah 3,75 cm sampai 7,50 cm untuk sambungan tumpang sehingga membentuk tiga lapisan atap.
Bahan atap ini dijual dalam ikatan atau dipak di dalam karton di mana satu karton cukup untuk menutup atap seluas 2,25 m² sampai 4,50 m².
Dipasang dengan menggunakan paku, 2 paku setiap lembar. Keperluan paku biasanya sekitar 1,35 kg – 2,25 kg setiap luas atap 10 m². Paku yang dipakai jenis anti karat.
Kehilangan-kehilangan karena pemotongan-pemotongan sekitar 8% – 25% tergantung dari banyaknya bubungan, lembah-lembah dan sambungan-sambungan.

Pada tabel II-2 dapat diperoleh keperluan sirap kayu berikut pakunya untuk setiap satuan luas 10 m².

Tabel II-2. SIRAP UKURAN STANDARD, LEBAR = 10 cm, untuk luas atap 10 m²

Panjang (cm)	Tampak di luar (cm)	Jumlah pemakaian (buah)	Paku (kg)
40	10	900	1,85
	11,50	800	1,65
	12,50	720	1,50
45	14	655	1,35
	15	600	1,25
60	20	450	1,0
	25	360	0,95

c. Sirap aspal:
Terbuat dari bahan yang diberi lapisan aspal. Dijual dalam ikatan (bundel) atau dalam karton berisi cukup untuk menutup atap seluas 2,25 m² sampai 4,5 m². Bagian yang nampak di atas atap sekitar

10 cm sampai 12,5 cm, panjang sirap ini 30 cm sampai 40 cm. Atap sirap aspal biasa dipasang di atas lapisan kertas atau lapisan dengan bahan khusus.
Paku payung berukuran 2,50 cm – 4,50 cm dipakai untuk pengikat dengan bidang atap. Banyaknya sekitar 1,15 kg sampai 2,30 kg tiap luas atap 10 m^2.

d. Sirap asbes:

Terbuat dari bahan asbes. Bentuknya ada yang hexagon berukuran 40 cm x 40 cm ada yang persegi berukuran 20 cm x 40 cm, ukuran yang biasa 30 cm x 60 cm dan 35 cm x 75 cm. Tiap ikatan (bundel) cukup untuk menutup atap seluas 2,25 m^2 sampai 4,50 m^2. Panjang sambungan tumpang 2 cm.
Kehilangan bahan akibat pemotongan 8 sampai 25%.
Paku yang dipergunakan 1,35 kg sampai 1,85 kg dengan panjang 3,75 cm sampai 4,50 cm untuk bidang atap seluas 10 m^2.

e. Sirap bahan batu tulis (slate shingles)

Bahan sirap ini diambil dari batuan sedimen yang sudah dipadatkan dan mendapat tekanan tinggi secara alami, diambil dalam bentuk lembaran-lembaran tipis. Warna yang diperoleh ada yang hijau, abu-abu, merah, hitam dan lain-lain warna kombinasi.
Bentuknya persegi panjang dengan lebar berkisar antara 15 – 40 cm dan panjang antara 30 sampai 60 cm. Sambungan tumpang diambil biasanya 7,5 cm. Tebalnya sirap ini antara 0,5 cm sampai 5 cm dengan berat setiap 10 m^2 luas sekitar 225 kg sampai 270 kg. Kehilangan karena pemotongan-pemotongan sebesar 5 sampai 25%. Atap jenis ini dipasang di atas lapisan dasar (felt).
Paku tembaga dipergunakan dan banyaknya sekitar 1,35 kg sampai 1,80 kg setiap 10 m^2.

f. Sirap logam:

Bahan atap ini terbuat dari lembaran-lembaran tipis tembaga atau seng, atau baja galvani. Ukuran dan tebalnya bermacam-macam. Yang terbuat dari tembaga biayanya sekitar 4 sampai 6 kali lebih mahal dari baja galvani.

g. Genting:

Genting di Indonesia banyak dipakai terutama genting dari tanah liat. Sekarang dibuat juga dari semen. Mempunyai bentuk dan berat serta ukuran yang bermacam-macam.

h. Atap aspal yang digulung:

Jenis ini mempunyai lebar 80 cm sampai 90 cm dengan panjang sekitar 10 m dengan sambungan tumpang selebar 5 cm.
Diperlukan 1 kg sampai 2 kg paku payung yang panjangnya 2,50 cm sampai 4,50 cm untuk atap seluas 10 m^2. Alas dari atap ini biasanya terbuat dari papan.

i. Atap komposit:

Atap jenis ini terbuat dari 2 atau 5 lapisan lembaran atap (roofing felt) diselang seling dengan lapisan ter atau aspal. Kadang-kadang diberi lapisan akhir dengan tebaran kerikil yang melekat pada lapisan aspal. Lembaran-lembaran lapisan atap beratnya antara 6,75 kg sampai 18 kg satu lapis tiap 10 m^2, tetapi bila akan diberi lapisan kerikil maka berat lapisan aspal sekitar 18 kg sampai 27,25 kg untuk luas bidang atap 10 m^2. Berat atap dengan lapisan kerikil sekitar 114 kg – 204,50 kg tiap 10 m^2.
Menurut pengalaman diperoleh bahwa atap cukup kedap air bila dipasang 2 lapisan lembaran berlapis aspal (asphalt impregnated felt) dengan berat 6,75 kg setiap 10 m^2, kemudian dicat dengan aspal panas, setelah itu diberi lapisan akhir yang beratnya 41 kg sampai 47,75 kg tiap 10 m^2 terbuat dari lapisan atap aspal bercampur mineral yang dijual di pasaran dalam gulungan.
Jenis atap komposit ini biasa dipergunakan pada kemiringan atap yang kecil. Apabila atap terbuat dari beton maka terlebih dahulu dicat dengan aspal, baru di atasnya dipasang selapis lapisan pertama lembaran atap. Biasanya kemudian dipasang lagi lapisan aspal dan lapisan-lapisan lembaran atap lagi. Apabila bidang atap terbuat dari logam yang sudah tua dapat juga dilapisi seperti di atas.
Bila bidang atap terbuat dari papan, selapis atap lembaran dipasang terlebih dahulu sebagai dasar.

j. Atap kanvas:

Jenis atap ini dipasang 2 atau 3 lapis, dijual dalam bentuk gulungan dan berukuran 90 cm lebar dengan panjang sekitar 50 m. Beratnya tiap m^2 sekitar 34 gram sampai 68 gram. Atap ini harus diletakkan di atas atap yang rata setelah dicat dasar terlebih dahulu, dan kemudian dicat dengan satu atau dua lapisan akhir.
Atap kanvas dipasang dengan menggunakan paku payung terbuat dari bahan tahan karat yang panjangnya 1,50 cm sampai 2 cm dengan jarak 2,50 cm satu sama lain. Kwantitas bahan harus ditambah 8 sampai 12% untuk menutup kehilangan-kehilangan pada pemotongan-pemotongan dari sambungan-sambungan tumpu.

k. Atap logam:

Terdapat dengan bermacam-macam tebal. Pada tabel II-3 disajikan ukuran tebal dan berat pelat yang dilapis anti karat untuk penutup atap dengan standard USA.

Tabel II-3

Gauge (USA)	Tebal (mm)	Berat (kg/m²)
12	2,75	24,12
14	1,99	17,48
16	1,61	14,16
18	1,31	11,67
20	1,01	8,84
22	0,85	7,47
24	0,70	6,15
26	0,55	4,83
28	0,47	4,15
29	0,44	3,81

Untuk atap biasa dipakai tebal Ga 22 sampai 29. Plat tipis ini dapat berupa plat besi yang kemudian dicat atau plat digalvani dengan lapisan anti karat, ada yang dibuat dari pelat tipis tembaga atau aluminium. Lapisan dasar di bawah jenis atap ini kadang-kadang dipasang, kadang-kadang tidak.

Atap logam rata atau tidak bergelombang :

Pelat rata terbuat dari baja tipis, seng atau tembaga. Ukurannya 35 cm x 50 cm atau 50 cm x 70 cm, lebih besar ukurannya lebih disukai. Tebal yang biasa dipakai Ga 26, 28 dan 29. Dijual dalam kotak berisi 112 lembar atau 56 lembar untuk ukuran-ukuran tersebut di atas atau setiap kotak beratnya 45 kg.
Sambungan atap dilipat atau disolder, dan dipaku pada alas atap,. Diperlukan paku atap ± 1,35 kg – 2,25 kg paku setiap 10 m^2 luas atap. Paku dipakai jenis yang anti karat.

Atap logam bergelombang:

Terbuat dari baja tipis yang digalvani dan ada yang terbuat dari baja tahan karat. Tebalnya dari Ga 12 s/d Ga 29. Panjangnya dari 1,50 m

sampai 3,60 m dengan lebar 698,50 mm sampai 850,90 mm. Pelat tipis untuk sambungan-sambungan pada bubungan-bubungan, lembah-lembah dan pertemuan-pertemuan selalu dipergunakan. Atap jenis ini diikat terhadap rangka atap dengan baut-baut, paku keling atau baut berbentuk huruf j dan ada lagi macam-macam yang lain berjarak 0,30 m satu sama lain dan dipasang setiap jarak 3 buah gelombang. Diperlukan 1 kg sampai 2 kg baut-baut pengikat tiap 10 m^2.
Sambungan samping biasanya 1,5 gelombang sedang sambungan ujung 15 cm dengan sambungan tumpang untuk kemiringan atap 4 : 12 atau lebih. Untuk kemiringan kurang dari 4 : 12 sambungan tumpang dibuat 20 cm lebarnya.
Jumlah luas (m^2) atap bergelombang yang diperlukan untuk menutupi bidang atap seluas 10 m^2 untuk atap dengan lebar, panjang dan sambungan tumpang sembarang ukuran dirumuskan sebagai berikut:

a. $N = \frac{10\ WL}{(W - S)(L - E)}$ dimana :

N = jumlah luas atap yang diperlukan untuk menutup atap seluas 10 m^2.
W = lebar bahan atap (cm)
L = panjang bahan atap (cm)
S = Sambungan Tumpu samping (cm) biasanya 8,89 cm = 1,5 gelombang.
E = Sambungan tumpu ujung atap (cm) biasanya 15 cm atau 10 cm.

b. Beratnya atap gelombang setiap luas 10 m^2:

N x Berat atap per satuan luas (kg/m^2)

c. Banyaknya lembaran atap yang diperlukan untuk atap seluas 10 m^2:

$$\frac{100.000}{(W - S)(L - E)}$$ dimana W,S,L dan E dalam satuan cm

Pada tabel II-4 berikut diterangkan mengenai untung ruginya pemakaian jenis-jenis atap di atas dan harganya di Amerika. Dahulu perusahaan-perusahaan asing di Indonesia sering mengimpornya untuk keperluan pembangunan perumahan mereka di Indonesia. Harganya di Indonesia tentu harus ditambah dengan biaya transport dan bea-bea lainnya. Jenis atap yang banyak dipakai di Indonesia ialah jenis: genting tanah liat, sirap, genting beton, atap seng atau asbes bergelombang, semua bahan atap ini sudah diproduksi di dalam negeri.

Tabel II-4

No: Jenis atap	Satuan	Harga	Keterangan
1. Kertas aspal	10 m^2	\$0,60–\$2	Atap yang agak rata, untuk bangunan sementara, murah dan ringan 0,225 kg – 1,35 kg/m^2
2. Atap lembaran	10 m^2	\$0,50–\$2,25	Termasuk murah, untuk atap yang agak rata, bangunan sementara, beratnya 0,98–1,46 kg/m^2
3. Sirap kayu	10 m^2	\$8 –\$25	Mudah terbakar, pecah bila kena panas matahari. Mahal, untuk kemiringan besar mudah dipasang, nampak artistik, berat 9,79 kg/m^2, di Indonesia dipakai kayu besi kualitasnya lebih baik @ Rp. 24,–/lembar. (1980).
4. Sirap aspal	10 m^2	\$5 –\$76	Beratnya 7,34 – 19,57 kg/m^2, kedap air, kemiringan atap besar.
5. Sirap asbes	10 m^2	\$25–\$45	Beratnya 9,79 kg/m^2, mahal, pengatur panas yang baik di dalam dingin. Kemiringan atap besar.
6. Sirap batu tulis (slate shingles)	10 m^2	\$25–\$100	Beratnya 22-34,25 kg/m^2, mahal, kemiringan atap besar
7. Sirap logam	10 m^2	\$6 ke atas	Umur sekitar 40 tahun untuk baja galvani. Untuk bahan tembaga kuat ratusan tahun. Termasuk ringan lihat tabel II-1.
8. Genting tanah liat	sebuah	Rp. 125,– Rp. 35,–	Beratnya 39,14–58,71 kg/m^2, kemiringan 30^o–60^o, awet. Kadang-kadang dipakai lapisan dasar isolasi di bawah genting.
9. Atap aspal digulung	10 m^2	\$2 – \$7	Beratnya 2,69–5,14 kg/m^2. Untuk kemiringan kecil, dapat dibentuk. Kurang menarik kelihatannya.
10. Atap komposit	m^2	macam-macam tergantung jenis lapisan	Hanya untuk atap yang rata, cukup berat.
11. Atap kanvas	10 m^2	\$30–\$80	Ringan, 0,73–1,22 kg/m^2
12. Atap logam digulung	10 m^2	\$18–\$45	Ringan, umur 40 th untuk yang digalvani
Atap tembaga	10 m^2	\$40–\$90	Ringan, awet sekali sampai ratusan tahun
13. Atap gelombang			
1. Seng	lembar	Rp. 2.000,–	Tergantung tebalnya, kemiringan 18^o–25^o, ringan. Bukan isolasi yang baik.
2. Asbes	lembar	Rp. 5.000,–	Ukuran 2700 x 1050 x 4 mm. Menjadi rapuh setelah berusia lama. Kemiringan 18^o–25^o, ringan.

Jadi terlihat pada tabel di atas bahwa pemilihan penutup atap tergantung dari:

– Ada atau tidaknya bahan tersebut di suatu tempat. Bila banyak terdapat tentu harganya murah.
– Pemilihan untuk kekedapan air, mudah terbakar atau tidak, ringan atau berat, kemiringan yang dipakai, mudah dibentuk, isolasi yang baik terhadap panas atau tidak, keawetan, sedikit pemeliharaan, adalah faktor-faktor yang mempengaruhi terpilihnya jenis atap yang akan dipakai.
– Pemilihan jenis atap biasanya didasarkan kepada kemiringan atap dan bentuk atap dengan syarat penyesuaian dari segi arsitektur, dan tujuannya, serta letak dari bangunan itu sendiri.
  Genting tanah liat atau beton bentuknya kaku dan persegi tentu tidak dapat dipakai untuk bentuk atap lengkung dan juga mengingat cara sambungannya maka genting ini hanya baik untuk kemiringan atap antara 30^o sampai 60^o.
  Atap batu tulis (slate shingles) datar dan kaku tetapi ukurannya kecil-kecil dan dapat dipotong-potong sesuka hati maka pemakaiannya cocok untuk segala bentuk atap, tetapi karena harus diimport maka pemakaiannya dibatasi untuk bangunan-bangunan khusus saja seperti gereja, dan lain-lain.
  Untuk atap-atap lengkung dan kupel maka atap lembaran tembaga

adalah yang terbaik tetapi juga dapat dipakai untuk atap-atap yang datar mengingat keawetannya.
Untuk atap yang miring dan bangunan-bangunan semi permanen dan bangunan-bangunan sementara dapat dipakai genting, bila dibongkar maka atapnya dapat diambil dan dipakai kembali. Cara-cara pemasangan atap ini dapat dilihat pada buku-buku konstruksi bangunan.

Lapisan-lapisan pada sambungan (flashing):

Bahan yang dipergunakan: seng, pelat baja galvani, tembaga atau aspal, lembaran-lembaran berukuran 12,50 cm x 17,75 cm dipakai pada atap atau pertemuan cerobong asap dengan atap. Talang air pada lembah atap berukuran lebar 30 cm dan 45 cm sedang untuk bubungan dipakai ukuran lebar 30 cm. Tebalnya bermacam-macam yang tentunya mempengaruhi harganya.
Pelat galvani untuk talang pada lembah-lembah atap berukuran 35 cm x 15 cm atau 45 cm x 7,5 m, yang terbuat dari lembaran tipis dengan lapisan aspal berukuran 45 cm x 10 m, sedang untuk bubungan berukuran ± 22,5 cm x 10 m.

Bahan-bahan penyelesaian atap (roofing trim):

Bahan-bahan ini termasuk: talang air mendatar, pipa talang air tegak, belokan-belokan, biasanya dihitung per buah, juga alat penggantung dan pengikatnya. Untuk pekerjaan ini biasanya bahan-bahannya dibeli jadi pemborong tinggal memasang atau bisa juga disediakan bahan-bahannya saja sedang pembuatan dan pemasangannya dikerjakan oleh sub kontraktor yang sudah akhli mengerjakan pekerjaan ini.

Buruh :

Upah buruh yang harus dibayarkan tergantung dari keakhlian buruhnya apakah dia seorang tukang kayu, tukang pasang atap, tukang patri, tukang cat, pembantu tukang atau tukang plester.
Hasil kerja tergantung dari ketrampilan buruhnya, keadaan setempat dan hal-hal lain yang mendorongnya untuk bersemangat dalam bekerja.
Untuk pekerjaan atap biasanya dikerjakan oleh sekelompok buruh terdiri dari tukang dan pembantu tukang. Bila kelompok kerja terdiri dari 3 orang atau lebih maka salah seorang adalah mandor kerja.
Banyaknya pekerja dalam suatu kelompok tergantung dari besarnya pekerjaan dan jenis bahan yang dipergunakan untuk atap.
Untuk pekerjaan pemasangan sirap atau atap lembaran aspal, kelompok kerja terdiri dari 2 atau 5 orang. Untuk atap komposit, 1 atau 2 orang

diperlukan dibawah setiap 2 orang bekerja di atas atap, sehingga pekerjaan berjalan lancar tanpa terputus.
Pada tabel II-5 dan tabel II-6 disajikan keperluan jam kerja yang diperlukan untuk pekerjaan pemasangan atap dan sambungan-sambungan serta bahan-bahan penyelesaian atap.

Tabel II-5

PERKIRAAN JAM KERJA UNTUK PEKERJAAN SAMBUNGAN-SAMBUNGAN ATAP & PENYELESAIAN ATAP (FLASHING & TRIM)

Jenis Pekerjaan	Satuan	Jam Kerja
Bubungan (ridges)	10 m	0,33 – 1
Lembah atap (valleys)	10 m	0,33 – 1
Lapisan sambungan (flashing)	10 m	1 – 3,3
Lapisan sambungan	100 buah	1 – 2,65
Talang air mendatar (gutter)	10 m	0,66 – 1,65
Pipa talang air tegak (downspout)	10 m	0,66 – 1,65
Lain-lain	buah	0,1 – 1

Tabel II-6

PERKIRAAN JAM KERJA YANG DIPERLUKAN UNTUK LUAS ATAP 10 M^2

Bahan Atap	Jam tiap 10 m^2	
	Atap biasa	Atap bervariasi bentuknya
Sirap:		
Sirap kayu	2 – 6	5 – 10
Lembaran beraspal, 3 dan 4 lapis (asphalt strip)	1 – 4	3 – 6
Sirap lembaran beraspal (asphalt shingles)	2 – 6	5 – 10
Sirap asbes	3 – 8	5 – 12
Sirap batu tulis (slate shingle)	3 – 8	5 – 12
Sirap logam	3 – 6	5 – 10
Genting:		
Tanah liat	4 – 10	6 – 16
Logam	3 – 9	6 – 15
Atap aspal digulung (asphalt roll roofing)	0,5 – 2	1 – 3
Atap kanvas	1,5 – 2,5	
Mengecat tiap lapis	0,3 – 1,0	
Atap komposit, lembaran kempa (felt) dan aspal:		
2 lapis dan 2 kali cat aspal	0,8 – 1,2	
2 lapis dan 3 kali cat	1 – 1,5	
3 lapis dan 3 kali cat	1,2 – 1,8	
3 lapis dan 4 kali cat	1,4 – 2,1	
4 lapis dan 4 kali cat	1,6 – 2,4	
4 lapis dan 5 kali cat	1,8 – 2,7	
5 lapis dan 5 kali cat	2 – 3	
1 lapis kerikil	0,2 – 0,4	
1 lapis cat dengan aspal	0,2 – 0,3	
Atap seng disolder :		
35 x 50 cm	6 – 9	8 – 14
50 x 70 cm	4 – 7	6 – 10
Seng, disambung lipat		
35 x 50 cm	5 – 7	6 – 12
50 x 70 cm	3 – 6	5 – 9
Seng gelombang di atas papan dasar atap	0,5 – 1,5	1 – 3
Seng gelombang di atas kerangka baja	1 – 2,5	2 – 5
Atap kertas dan lembaran (felt)	0,3 – 1	1 – 2

Tabel II-5 dan tabel II-6 dipakai untuk pemasangan atap pada dua atau tiga tingkat, sedang untuk gedung lebih dari 3 tingkat diperlukan waktu untuk mengangkat bahan ke atas dan waktunya ditambahkan sebagai berikut:

a. 0,2 – 0,5 jam tambahan tiap 10 m^2 luas atap, tiap tingkat.
b. 0,4 – 1,00 jam tambahan tiap 10 m^2 luas atap, tiap tingkat bila mengangkat bahan dilakukan dengan tangan.

Alat-alat yang dipergunakan:

– Atap sirap : Alat-alat tangan tukang atap: palu, gergaji dll, tangga kadang-kadang alat pengangkat dan steger.
– Genting : Hampir sama dengan keperluan atap sirap.
– Gulungan atap aspal : Alat-alat tangan termasuk sikat-sikat, tangga, sepatu spesial yang tahan gelincir, kadang-kadang diperlukan alat pengangkat dan steger.
– Atap kanvas : Alat-alat tangan, tangga dan alat-alat pengecatan.
– Atap komposit : Alat-alat tangan, koas-koas, pemanas (kompor), ember-ember, tangga dan kadang-kadang diperlukan alat pengangkat.
– Atap logam : Alat-alat tangan dan alat pemotong pelat tipis, alat khusus untuk membuat lipatan-lipatan, alat solder, tangga, kadang-kadang diperlukan alat pengangkat dan steger.
– Atap bergelombang : Seperti atap logam tapi tidak perlu alat membuat lipatan-lipatan dan alat solder.
– Atap kertas dan lembaran-lembaran (felt) : Alat-alat tangan, tangga kadang-kadang diperlukan steger.

Biaya alat-alat ini dapat dihitung sendiri atau terpisah atau dimasukkan ke dalam biaya tiap m^2 atap.

Biaya tidak terduga dan keuntungan:

Biaya diambil agak tinggi karena banyak sekali variasinya, untuk biaya tidak terduga diambil 8 – 25% sedang keuntungan antara 5 sampai 15% dari bahan dan upah.

Contoh:

1. Atap sirap kayu:

Hitunglah biaya untuk pemasangan atap sirap kayu, ukuran rumah 8 m x 11 m. Bubungan atap sepanjang 11 m sejajar sisi panjang rumah. Kemiringan atap 3 : 4. Ujung atap panjangnya 0,30 m (eaves). Cerobong asap menembus atap memerlukan lapis penyambung (flashing) sepanjang 2,1 m. Talang air dari seng dipergunakan pada 2 sisi atap. Dipergunakan 4 buah pipa pembuang air hujan. Sirap kayu harganya Rp. 24,–/buah dengan bagian yang menonjol di atas atap panjangnya 11,50 cm. Lapisan dasar dipasang di bawah sirap.

Jawab:

Luas atap: panjang $= 11 + 2 \times 0{,}30 = 11 + 0{,}60 = 11{,}60$ m

lebar $= (8 + 0{,}60)\dfrac{\sqrt{(3^2 + 4^2)}}{4}$

$= (8{,}6)\ \dfrac{5}{4} = 10{,}75$ m

luas atap $= 11{,}60 \times 10{,}75 = 124{,}70\ m^2$

Bahan-bahan:

Dari tabel II-2 diperlukan banyaknya sirap 800 buah untuk atap 10 m² ditambah 10% kehilangan menjadi 880 buah.

Jadi sirap yang diperlukan $880 \times \dfrac{124{,}70}{10} = 10973{,}6$

$= 10974$ buah

Harga sirap = 10974 x Rp. 24,– = Rp. 263.376,00

Paku 2 kg/10 m² $= 2 \times \dfrac{124{,}7}{10} = 24{,}94$ kg @

Rp. 425 .... = Rp. 10.599,50

Flashing 2,1 m, atau satu lembaran seng BWG 32 .... = Rp. 1.600,00

Penutup bubungan atap dan talang-talang air dengan pelat galvani ± 12 lembar @ Rp. 2.000,00 .... = Rp. 24.000,00

Lapisan dasar di bawah sirap 4 gulung (luas satu gulung 40 m² @ Rp. 2.500,- untuk yang berbobot 7,5 kg/gulung = Rp. 10.000,00

Paku untuk lapisan dasar .... = Rp. 3.000,00

Harga bahan-bahan jumlah ..... = Rp. 312.575,00

Upah buruh: Diambil 2 jam/10 m² untuk memasang lapis dasar, atap sirap dan lapisan baja galvani.

Jadi upah buruh $= 2 \times \dfrac{124{,}70}{10} \times$ Rp. 250/jam = Rp. 6.235,00

Alat-alat tangan ditaksir .... = Rp. 5.000,00

Jadi biayanya:

Bahan-bahan	= Rp. 312.575,50
Upah	= Rp. 6.235,00
Alat-alat tangan	= Rp. 5.000,00 +
Jumlah	= Rp. 323.810,50
Biaya tak terduga 10%	= Rp. 32.381,00 +
Jumlah	= Rp. 356.191,50
Keuntungan 10%	= Rp. 35.619,15 +
Jumlah seluruhnya	= Rp. 391.810,65
Dibulatkan	= Rp. 391.811,00

BAB III

PEMASANGAN INSTALASI AIR BERSIH, GAS DAN INSTALASI PEMBUANGAN

Menaksir Biaya:

Pekerjaan ini biasanya diberikan kepada sub kontraktor yang memang sudah ahli dalam pekerjaan ini. Kontraktor yang memegang kontrak selayaknya juga tahu meskipun tidak mengetahui secara detail pengetahuan mengenai instalasi pipa air bersih dan pembuangan agar dapat menaksir biaya secara garis besar dan dapat mengontrol pekerjaan yang dikerjakan sub kontraktor.

Dari gambar detail seorang estimator harus dapat menentukan banyaknya bahan yang diperlukan untuk proyek dan macam-macamnya. Sedang jenis bahan dan peralatan sanitair dapat diketahui secara pasti dari spesifikasi kontraknya.

Seorang arsitek apabila mempersiapkan spesifikasi dan gambar rencana biasanya tidak membuatnya terlalu mendetail, tetapi biasanya menyebutkannya dalam spesifikasi bahwa segala sesuatu harus sesuai dengan peraturan yang ada. Biasanya untuk pipa-pipa instalasi air bersih harus dapat menahan tekanan air sampai 150 psi atau 10,55 kg per cm^2 atau 10,20 atm.

Pekerjaan instalasi pipa biasanya dibagi menjadi 2 bagian yaitu:

1. Pekerjaan kasar instalasi air bersih dan pembuangan (rough plumbing),
2. Pekerjaan halus instalasi air bersih dan pembuangan (finish plumbing).

Termasuk dalam pekerjaan kasar ialah pemasangan pipa pembuangan, pipa air dan gas, sedang termasuk dalam pekerjaan halus ialah pemasangan toilet, wastafel dengan segala perlengkapannya.
Penaksiran harga dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Bahan-bahan	=	Rp.	
2. Upah buruh	=	Rp.	
3. Alat-alat	=	Rp.	+
4. Jumlah A	=	Rp.	
5. Overhead 10% A	=	Rp.	+
6. Jumlah B	=	Rp.	
7. Profit 10% B	=	Rp.	+
8. Jumlah seluruhnya	=	Rp.	

1. **Pekerjaan kasar instalasi air bersih, gas dan pembuangan:**

   Jenis bahan untuk pekerjaan ini termasuk:

   - Pipa-pipa air untuk di luar bangunan atau di dalam bangunan.
   - Pipa-pipa gas untuk di luar atau di dalam bangunan.
   - Pipa-pipa pembuangan
   - Pipa-pipa udara (Vent stack)
   - Semua pekerjaan kasar yang diperlukan untuk pemasangan kloset dan wastafel dan lain-lain.

Daftar bahan harus menunjukkan ukuran-ukurannya, panjangnya, diameter, jenis bahan (pipa galvani, pipa biasa, tembikar, tembaga, besi cor, plastik dll), jenis kekuatannya apakah pipa biasa (standard) atau istimewa (extra heavy) dan semua sambungan-sambungan yang diperlukan seperti bengkokan (bents, elbows), union, bentuk Y atau T, juga termasuk jenis-jenis keran-keran, pipa Y untuk membersihkan (clean out) dll. Lihat gambar III-1 s/d III-4.
Yang disebut pipa pembuangan ialah pipa yang dipasang mulai dari pinggir serokan pembuangan umum sampai ke rumah atau bangunan. Pipa ini berukuran 10 cm atau lebih terbuat dari besi cor, tembikar atau plastik, biasa ditanam di tanah.
Pipa pembuangan pertama ialah pipa yang dipasang di dalam rumah biasanya di bawah lantai mulai dari sisi bangunan luar sampai ke pipa udara atau pipa tegak (stack) terbuat dari besi cor, baja atau besi tempa (wrought iron).
Pipa udara yang dipasang menembus atap atau pipa tegak terletak

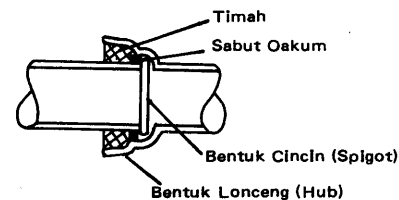
tegak lurus antara pembuangan pipa pertama dan benda-benda sanitair (closet, wastafel dan lain-lain).
Pipa tegak terbuat dari besi cor atau besi galvani atau plastik, terbagi menjadi 3 jenis berdasarkan fungsinya:

1. Pipa pembuangan awal dari alat-alat sanitair, closet dan wastafel (soil pipe)
2. Pipa pembuangan awal dari alat-alat sanitair lain (waste pipe).
3. Pipa tegak untuk pengaliran udara untuk mencegah siphonisasi air yang terjebak, dibengkokan (seperti leher angsa dan lain-lain) disebut vent pipe.

Jenis no. 1 dan no. 2 di atas letaknya mulai dari bawah benda-benda sanitair. Sedang jenis no. 3, biasa dipasang di atas benda-benda sanitair atau pipa perangkap (trap) yang dimaksud.
Perusahaan air minum biasanya memasang pipa dari pipa induk ke tepi rumah dilengkapi dengan keran meteran, sedang ahli instalasi pipa air memasang pipa-pipa di dalam rumah sampai keran meteran, sama halnya pada pemasangan pipa gas sedang saluran pembuangan cukup di pinggir jalan saja yang disediakan kotapraja.

Bahan-bahan untuk pekerjaan kasar:

a. Timah dan sabut oakum:

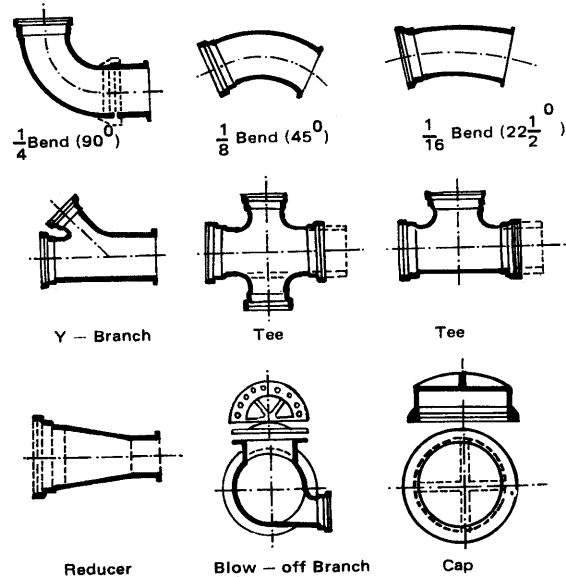
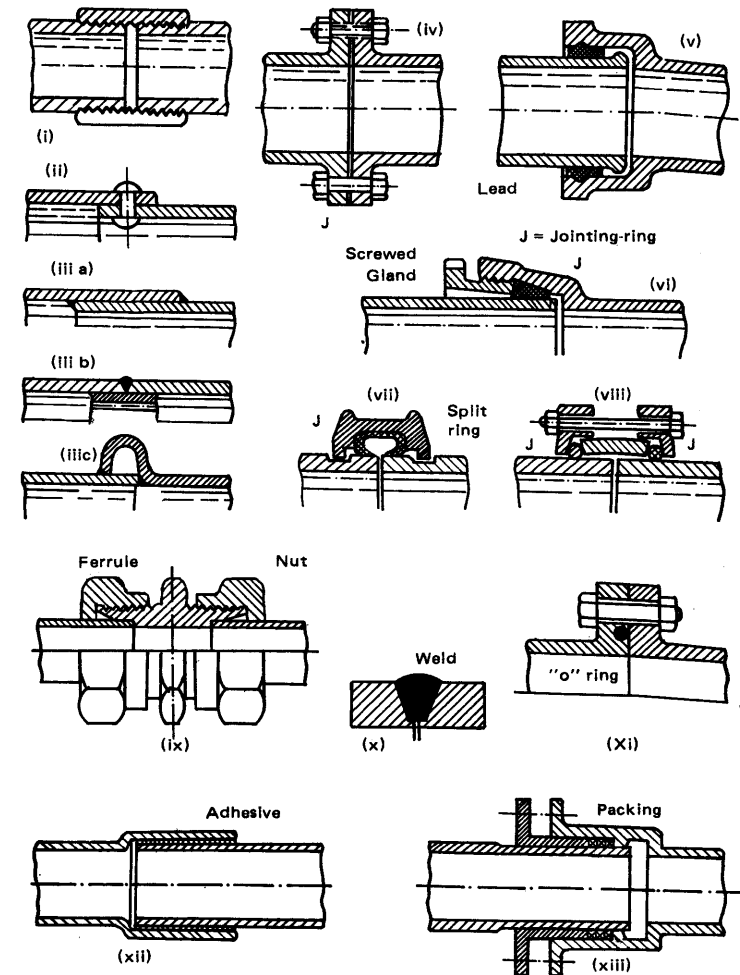
   Biasanya bahan ini dijual tiap kg. Bahan ini dipergunakan untuk membuat kedap air pada sambungan-sambungan (gambar III-1).

Gambar III-1

Diperlukan untuk setiap sambungan pipa berdiameter 10 cm, sebanyak 0,7 kg timah dan 0,1 kg oakum.

b. Pipa tembikar: Terbuat dari tanah liat yang dibakar. Pipa ini dipakai untuk saluran-saluran pembuang dengan panjang sekitar 0,60 m – 1,20 m. dengan diameter 15 cm, 20 cm, 30 cm dan 60 cm. Sambungan-sambungan yang berbentuk Y, T dan L biasanya harganya 2 kali lebih mahal dari harga pipanya.

c. Pipa besi cor:

   Jenis ini dipakai juga untuk pipa-pipa pembuangan dan berkualitas

baik karena tahan karat dan berkekuatan tinggi. Pipa umumnya mempunyai panjang 1,50 m dengan diameter 5 cm, 7,5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm sampai 25 cm. Selain dengan kekuatan standard juga dibuat dengan kekuatan yang lebih tinggi (extra heavy). Pipa jenis ini disambung-sambung dengan menggunakan oakum dan timah. Sebaiknya dipakai paling kecil yang bergaris tengah 7,5 cm.
Tabel III-1 menyajikan berat dan ukuran-ukuran dari pipa besi cor, sedang tabel III-2 menyajikan banyaknya alat-alat sanitair yang dianjurkan berhubung dengan diameter dari pipanya.

Gambar III-3 Sambungan-sambungan Pipa Pembuangan dari Besi Cor

Gambar III-4

Cara-cara menyambung Pipa:

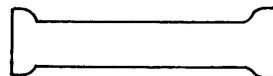
(i) Sambungan pipa-pipa berdiameter kecil terbuat dari baja atau besi tempa.
(ii) Sambungan pipa baja (jaman dahulu) berukuran besar.
(iii) Sambungan pipa baja dengan las.
(iv) Sambungan dengan flange, untuk pipa baja.
(v) Sambungan pipa pembuangan, dengan oakum dan timah.
(vi),(vii)&(viii) Sambungan pipa fleksibel untuk pipa baja atau pipa asbestos semen.
(ix) Sambungan pipa kecil galvani atau baja dengan union.
(x) Sambungan pipa baja berukuran besar, pipa minyak dan lain-lain dengan tekanan sampai 2000 psi.
(xi) Sambungan pipa dengan flange dan cincin O dari karet.
(xii) Sambungan pipa pvc dengan lem, untuk pipa-pipa plastik.
(xiii) Sambungan pipa muai pada boiler-boiler.

Tabel III-1

Ukuran dan berat pipa besi cor dengan bentuk lonceng pada sebelah ujungnya (single hub).

Diameter pipa,cm	Berat yang panjangnya 1,50 m (kg)	
	standard	extra heavy
5	8,18	12,27
7,5	11,82	21,36
10	15,91	29,55
12,5	20,45	38,64
15	25	45,45
20	–	77,27
25	–	102,27
30	–	125

Catatan:

Beratnya ditambah 5% untuk pipa dengan bentuk lonceng pada kedua ujungnya (double hub).

Gambar III-2

Tabel III-2

Jumlah maksimum alat-alat sanitair yang dianjurkan, berhubung dengan diameter pipa.

Diameter pipa (cm)	Closet dan wastafel saja	Kombinasi closet, wastafel dan lain-lain alat sanitair (tempat cuci piring dll)
5		8
7,5	2	18
10	15	60
12,5	35	140
15	70	280
17,5	120	500
20	200	800
25	400	1500

d. Pipa baja dan besi tempa (steel and wrought iron pipe):

Dipergunakan untuk saluran air. Bahan pipa ini dapat terbuat dari baja murni atau baja campuran dengan tembaga, besi tempa terdapat juga yang digalvani. Lebih banyak dipakai yang digalvani kecuali untuk pipa-pipa gas.
Pada tabel III-3 disajikan ukuran dan berat pipa yang terbuat dari baja dan besi tempa.
Pipa-pipa dijual dengan ukuran panjang 6,00 m, kadang-kadang sudah diberi berulir ujung-ujungnya. Bila telah berulir sebuah penyambung (coupling) sudah disediakan.

e. Pipa timah :

Ada juga pipa-pipa dan, sambungan-sambungan pipa, seperti bengkokan (bends) dan leher angsa (traps) yang terbuat dari timah. Hendaknya pipa-pipa dari timah ini beratnya tidak melebihi seperti tertera pada tabel III-4.

Tabel III-3

Pipa Baja Tidak Digalvani dan Pipa Besi Tempa (Black Steel & Wrought iron pipe)

Ukuran diameter mm (inci)	Berat, kg tiap 30 m (100 ft)		
	Standard	Berkekuatan tinggi (extra strong)	Berkekuatan istimewa
6,4 (1/4 ")	19,55	24,55	–
9,53 (3/8 ")	25,91	33,64	–
12,70 (1/2 ")	38,64	49,09	77,73
19,05 (3/4 ")	51,36	66,82	110,91
25,4 (1 ")	76,36	98,64	165,91
31,75 (1¼ ")	103,64	136,36	236,82
38,10 (1½ ")	124,09	165	290,91
50,8 (2 ")	166,82	228,18	410
63,5 (2½ ")	264,09	348,18	622,27
76,20 (3 ")	345,91	465,91	844,55
101,6 (4 ")	494,55	680,91	1251,82
127 (5 ")	673,18	944,09	1752,27
125,4 (6 ")	871,82	1298,64	2416,36
203,2 (8 ")	1298,18	1972,27	3292,27

Catatan:
- **Ukuran standard untuk tekanan air tidak melebihi 10,25 kg/cm² (150 psi), sedang ukuran yang lebih kuat untuk tekanan yang lebih besar.**
- **Pipa galvani akan lebih berat sedikit dari tabel di atas.**
- **Ukuran pipa sampai 50 mm (2") biasanya disambung dengan ulir.**
- **Ukuran pipa 63,5 mm (2½") – 76,2 mm (3") disambung dengan sambungan las tumpul.**
- **Ukuran pipa 88,9 mm (3½") sampai 125,4 mm (6") disambung dengan las tumpang (lap welded).**

Tabel III-4

Berat pipa timah (lead pipe)

Diameter ukuran dalam (mm)	Berat/m,(kg)
25,4 (1")	2,98
31,75 (1¼")	3,73
38,10 (1½")	5,22
50,8 (2")	5,96
76,20 (3")	8,95
101,6 (4")	11,93

f. Pipa kuningan dan alat-alat penyambungnya:

Jenis ini dipakai untuk hal-hal khusus, dan terdapat bermacam-macam ukuran. Pipa-pipa hendaknya mempunyai ketebalan sama dengan gauge no 18 (1,31 mm) atau lebih tebal, lihat tabel II-3.

g. Pipa tembaga dan alat-alat penyambungnya:

Terdapat 2 jenis yang lunak (soft tempers) dan yang kaku (hard tempers). Yang lunak digulung dengan panjang di pasaran sekitar 10 m, 15 m dan 20 m dan bergaris tengah sampai 31,75 mm (1¼"). Kedua jenis terdapat pula di pasaran dengan bentuk batang-batang lurus sepanjang 6,00 m.
Keuntungan jenis pipa ini dapat dibengkokkan sesuka hati mengikuti tempat atau sudut-sudut jadi banyak menghemat alat-alat penyambung (seperti kopling dll) dan menghemat tenaga buruh. Alat-alat penyambung untuk pipa yang kaku biasanya disolder. Pada tabel III-5 disajikan jenis-jenis ukuran dan beratnya.

Tabel III-5

Pipa tembaga lunak dan kaku

Diameter pipa mm (inci)	Berat tiap 30 m (100 ft), kg		
	Ringan Tipe: M	Standard Tipe: L	Berat Tipe: K
9,53 (3/8")	6,82	9,09–10,91	13,64 – 12,73
12,7 (1/2")	9,55	13,64	18,18 – 16,82
19,05 (3/4")	15	22,73	31,82
25,4 (1")	22,73	34,09	50

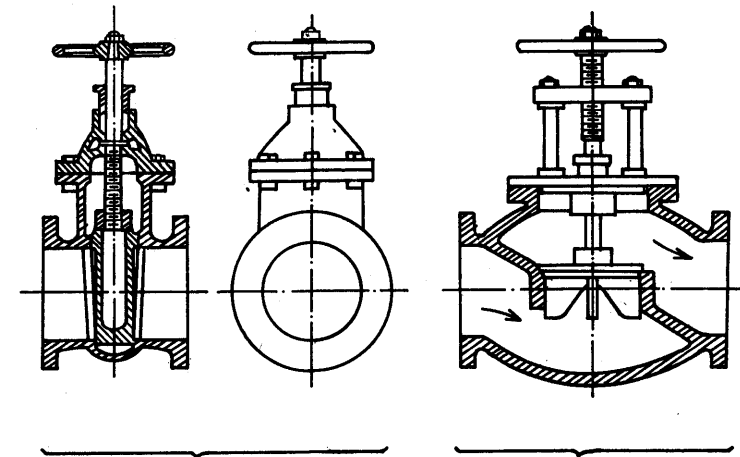
Keterangan:
- Pipa lunak tidak terdapat pada tipe M.
- Bila diberikan 2 angka berarti angka yang pertama untuk jenis yang kaku.

h. Sambungan-sambungan & keran-keran:

Sambungan-sambungan bagi jenis bahan apapun terdiri dari bentuk T (Tee), bentuk Y, bengkokan (elbow), penyambung (Union), sambungan dari pipa besar ke pipa kecil (reducer), sambungan dari pipa kecil ke pipa besar (increaser) dan sebagainya.
Keran-keran terbuat dari kuningan banyak dipakai, terdiri dari berbagai ukuran, biasanya dibuat 2 macam yaitu yang disebut check valve dan globe valve, keduanya berbeda dalam cara membuka dan menutup aliran air saja. Lihat gambar III-5.

Tenaga buruh untuk pekerjaan kasar:

Pekerjaan ini hampir selalu dilaksanakan oleh kelompok yang terdiri dari 2 orang yaitu 1 orang tukang ledeng dan 1 orang pembantu untuk pekerjaan sederhana. Untuk pekerjaan yang sedang kelompok terdiri dari 1 orang tukang ledeng dengan 2 atau 3 orang pembantu. Untuk pekerjaan yang besar tenaga kerja terdiri dari beberapa kelompok yang dipimpin oleh seorang mandor.
Pada buku ini hanya akan ditinjau kelompok kerja terdiri dari 1 orang tukang ledeng dengan 1 orang pembantunya kecuali dalam hal khusus. Waktu yang diperlukan untuk suatu jenis pekerjaan akan sangat berlainan karena hal ini tergantung dari: jenis pekerjaan, keadaan setempat, ketrampilan tukang ledeng dan motivasinya.

Untuk pemasangan alat-alat sanitair bagian yang kasar dihitung jam kerja setiap alat sanitair yang terpasang sedang untuk pemasangan pipa dihitung jam kerja setiap batang termasuk membuat ulir, dan menyambungnya, dianggap bahwa semua alat-alat penyambung (nipple, union, coupling dll) sudah tersedia secukupnya. Pada tabel III-6 disajikan keperluan jam kerja buruh untuk pekerjaan-pekerjaan pipa. Bila menaksir biaya pipa yang berulir, setiap penyambung dan keran dianggap 2 sambungan karena berulir pada kedua ujungnya sedang sambungan bentuk T dianggap 3 sambungan.
Jam kerja buruh pada tabel III-6 didasarkan atas pelaksanaan pembuatan sebuah uliran untuk setiap batang di lapangan.

Gambar III-5

(I) Check valve **(II) Globe valve**

Bila uliran-uliran sudah dibuat di bengkel maka waktu yang diperlukan harus dikurangi 35 sampai 50%.

Alat-alat yang diperlukan:

- Pemotong pipa
- Alat pembuat ulir
- Bangku kerja (work bench)
- Kunci-kunci putar
- Alat untuk memantek sumpel (calking tools)
- Alat untuk mencairkan timah
- Timah
- Oakum (untuk sumpel)
- Penyemprot api (blow torch)
- Palu, pahat dan alat-alat tangan lainnya.
- Tangga-tangga, steger-steger.

Tabel III-6

Waktu yang diperlukan untuk pekerjaan pipa air bersih dan pipa buangan (plumbing)

Jenis Pekerjaan	Jam kerja kelompok	Jam kerja buruh
– Menggali parit sedalam 1,80 m dan menimbun kembali per m	0,82–1,97	1,64–3,94
– Memasang pipa pembuang ϕ 10 cm s/d 30 cm di lubang parit per m	0,33–0,99	0,66–1,97
– Memasang pipa pembuangan pertama dan pipa tegak, dari besi cor:		
dia. 7,5 cm – 10 cm, disambung dengan oakum dan timah tiap sambungan	0,25–0,60	0,5–1,2
dia. 12,5 cm – 15 cm, disambung dengan oakum dan timah tiap sambungan	0,45–0,75	0,9–1,5
– Pekerjaan pipa air bersih dari baja atau besi tempa yang berulir termasuk membuat uliran & menyambung, dianggap dibuat 1 uliran tiap batang:		
Pipa dia 12,7 mm (½") atau lebih kecil tiap batang	0,15–0,25	0,3–0,5
Pipa dia 19,05 mm (¾") – 25,4 mm (1") tiap batang	0,20–0,30	0,4–0,6
Pipa dia 31,75 mm (1¼") – 38,1 mm (1½") tiap batang	0,25–0,40	0,5–0,8
Pipa dia 50,8 mm (2") – 63,5 mm (2½") tiap batang	0,35–0,55	0,7–1,1
Pipa dia 76,20 mm (3") – 88,9 mm (3½") tiap batang	0,45–0,75	0,9–1,5
Pipa dia 101,4 mm (4") tiap batang	0,65–1,00	1,3–2,0
– *Pipa tembaga:*		
dia 9,53 mm (3/8")–12,7 mm (½") tiap batang	0,15–0,35	0,3–0,7
dia 19,05 mm (¾") tiap batang	0,20–0,40	0,4–0,8
(biasanya sambungan lebih sedikit dari pada pipa baja untuk panjang yang sama kurang lebih 1/3-nya sampai 1/4-nya)		
– *Pekerjaan kasar:*		
Urinoir dengan kakinya	3 – 8	6–16
Water closet	6 –12	12–24
Wastafel (lavatory)	4 –10	8–20
Cucuran air mandi (shower) dengan kakinya	6 –10	12–20
Bak mandi (bad kuip, bathtub)	4 – 8	8–16
Bathtub dengan shower	6 –12	12–24
Tempat cuci piring	4 – 7	8–14
Tempat membilas (slop sink)	3 – 6	6–12
Tempat cuci pakaian (kembar)	4 – 7	8–14
Pengering lantai (floor drain)	2 – 4	4– 8
Perangkap lemak (grease trap)	3 – 6	6–12
– *Keran-keran (valves and Faucets)* dll, dipasang dalam pekerjaan kasar:		
dia 25,4 mm (1") atau, dihubungkan dengan pipa per buah	0,25–0,50	0,5–1,0
dia 25,4 mm (1") s/d 50,8 mm (2"), dihubungkan dengan pipa per buah	0,35–0,65	0,7–1,3
dia 50,8 mm (2") dihubungkan dengan pipa per buah	0,50–0,75	1,0–1,5
– Mengetes dengan tekanan air jaringan pipa air bersih setiap alat sanitair	1 –2	2 –3

Biaya lain yang harus dikeluarkan untuk pemasangan pipa air bersih selain dari upah buruh dan bahan-bahan ialah biaya penyambungan yang harus dibayarkan ke Perusahaan Air Minum atau Perusahaan Gas, ini dapat dibayar langsung oleh pemilik bangunan atau oleh kontraktornya.

Harga bahan:

Harga bahan diambil harga-harga bulan Juni 1982: Harga dapat saja berubah sewaktu-waktu karena itu harus selalu diamati harga pasaran

yang berlaku:

Pipa ledeng digalvani (galvanized pipe):

Ukuran	Harga per batang
½" – 6 m	Rp. 3.000,–
¾" – 6 m	Rp. 3.750,–
1" – 6 m	Rp. 5.750,–
1½" – 6 m	Rp. 8.750,–
2" – 6 m	Rp. 10.350,–
2½" – 6 m	Rp. 15.500,–
3" – 6 m	Rp. 21.000,–
4" – 6 m	Rp. 27.000,–

Sambungan (fittings) pipa ledeng digalvani:

Ukuran	Harga per buah (Rp)					
	Keran air (Faucet)	tikungan (elbow)	kopling (Coupling)	T	Union	keran sambung (valve)
½"	1.000	200	–	200	–	–
¾"	–	250	–	300	200	–
1"	–	300	–	400	–	–
1½"	–	–	–	–	–	–
2"	–	–	–	–	–	–

Pipa Plastik PVC untuk ledeng:

Ukuran dan jenis		Harga per batang
C 5/8"	standard	Rp. 350,–
C ¾"	"	Rp. 475,–
AW½"	"	Rp. 750,–
AW¾"	"	Rp. 900,–
AW1"	"	Rp. 1.300,–
AW1¼"	"	Rp. 1.900,–
AW1½"	"	Rp. 2.800,–
AW2"	"	Rp. 4.165,–
AW2½"	"	Rp. 5.350,–

Ukuran dan jenis		Harga per batang
AW3"	standard	Rp. 8.150,–
AW4"	"	Rp. 12.650,–
AW5"	"	Rp. 16.555,–
AW6"	"	Rp. 24.850,–
AW8"	"	Rp. 36.285,–
D 1½"	"	Rp. 1.500,–
D 2"	"	Rp. 1.900,–
D 2½"	"	Rp. 3.050,–
D 3"	"	Rp. 4.300,–
D 4"	"	Rp. 6.450,–
D 5"	"	Rp. 10.150,–
D 6"	"	Rp. 14.650,–
D 8"	"	Rp. 25.765,–
D 10"	"	Rp. 40.125,–

Sambungan-sambungan pipa PVC		Harga per buah
Knee	AW ½"	Rp. 17,–
	AW ¾"	Rp. 35,–
	AW 1"	Rp. 75,–
	D 1¼"	Rp. 55,–
	D 1½"	Rp. 100,–
Socket	AW ½"	Rp. 17,–
	AW ¾"	Rp. 35,–
	AW 1"	Rp. 75,–
	D 1¼"	Rp. 55,–
	D 1½"	Rp. 85,–

Contoh:

Buatlah perhitungan biaya pekerjaan kasar pemasangan pipa air bersih, pipa gas dan saluran pembuangan untuk bangunan bertingkat 2 yang mempunyai 6 buah kamar. Semua pipa masuk melalui lantai bawah tanah (basement).

Terlihat pada gambar dan spesifikasinya bahwa akan dipasang instalasi pemanas air (automatic gas water heater) berkapasitas 114 l (30 gallons), 2 buah tempat cuci berlobang kembar (twin laundry tubs), dan 2 buah kompor pemanas air untuk cuci yang dipasang di ruang bawah tanah.

Pada lantai pertama dipasang sarana cuci piring di dapurnya.
Pipa gas dipasang untuk kompor gas.
Di lantai ke dua di kamar mandi yang letaknya diatas dapur dipasang bak mandi rendam dengan cucuran air mandi (shower),, water–closet dan wastafel. Air panas dipasang untuk : tempat cuci piring, cuci pakaian, bak mandi rendam, cucuran air mandi dan wastafel selain dipasang saluran air dingin biasa.
Saluran induk air bersih dan gas terletak dipinggir jalan didepan rumah.
Dari gambar rencana diperoleh :

Saluran gas :
Di dalam rumah terdapat : 16 m pipa baja, dengan diameter 3/4", 2 buah T 3/4"
14 buah bengkokan 3/4" (elbow)
1 buah keran penyambung (valve)

Saluran air bersih :
Dari pinggir jalan ke rumah : 10 m pipa digalvani dengan diameter 3/4"
Di dalam rumah diperlukan : 54 m pipa digalvani 3/4"
12 buah T 3/4"
38 buah tikungan 3/4"
2 keran air (faucet)
1 keran pemutus/penyambung aliran (Valve)
galian dalamnya 1,5 m, panjangnya 12 m, diluar rumah.

Saluran pembuangan :
Dari pinggir jalan ke rumah : 12 m pipa besi cor dengan diameter 4" galian panjangnya 12 m dengan kedalaman 2,10 m di luar rumah.
Di dalam rumah diperlukan : 10 m pipa berukuran 4"
10 m pipa tegak 4"
5 m pipa pembuangan awal 2", 7 buah masing-masing T, Y dan elbow 4"
4 buah masing-masing T, Y dan elbow 2"
2 buah 5" x 8" perangkap air buangan dari besi cor (cast iron drain traps)
1 buah increaser untuk pipa tegak
1 buah floor drain dan trap untuk basement.

Jawab :

Bahan-bahan :

a. Saluran pembuangan :
– 30 m (20 buah) pipa buangan 4" @ Rp. 3.400,– = Rp. 68.000,–
– 5 m (3 buah) pipa buangan awal 2" @ Rp. 2.000,– = Rp. 6.000,–
– 7 buah sambungan 4" @ Rp. 1.400,– = Rp. 9.800,–
– 4 buah sambungan 2" = Rp. 700,– = Rp. 2.800,–
– 2 buah perangkap air buangan (traps) @ Rp. 2.100,– = Rp. 4.200,–
– 1 buah penyambung dari pipa kecil ke pipa besar (increaser) = Rp. 2.800,–
– 1 buah pengering lantai dengan leher angsa (floor drain & trap) = Rp. 4.900,–
jumlah = Rp. 98.500,–

b. Saluran air bersih :
– 64 m pipa digalvani 3/4" @ Rp. 3.750,–/batang (6 m) 64/6 x Rp. 3.750,– = Rp. 41.250,–
– 50 buah sambungan 3/4" @ Rp. 250,– = Rp. 12.500,–
– 2 keran air 3/4" @ Rp. 2.000,– = Rp. 4.000,–
– 1 keran pemutus aliran 3/4" @ Rp. 2.250'– = Rp. 2.250,–
Jumlah = Rp. 60.000,–

c. Saluran gas :
– 16 m pipa baja 3/4" @ Rp. 3.250,–/batang 16/6 x Rp. 3.250,– = Rp. 9.750,–
– 16 sambungan @ Rp. 200,– = Rp. 3.200,–
– 1 buah keran gas pemutus aliran @ Rp. 2.000,– = Rp. 2.000,–
Jumlah = Rp. 14.950,–

Jumlah biaya bahan seluruhnya :

saluran pembuangan	:	Rp. 98.500,–
saluran air bersih	:	Rp. 60.000,–
saluran gas	:	Rp. 14.950,– +
Jumlah	:	Rp. 173.450,–

Buruh

Upah tukang ledeng Rp. 400/jam, upah pembantu tukang Rp. 150/jam sudah termasuk pajak dan asuransi, upah tukang gali Rp. 200/jam, upah kelompok Rp. 550/jam.

– Galian dan menimbun kembali parit pipa-pipa lebar ± 0,60 m :
  26 m³ (lihat tabel 3–6 dan 3–8 buku analisa (secara modern) anggaran biaya pelaksanaan I)

  Gali : $\frac{26}{0,65\ m^3/jam}$ = 40 jam,

  menimbun dan memadatkan : $\frac{26}{1,35\ m^3/jam}$ = 20 jam

  untuk tanah biasa jadi waktunya 40 + 20 = 60 jam @ Rp. 200,–
  = Rp. 12.000,–

lihat tabel III – 6 untuk pipa buangan dan lain-lain :
– 15 sambungan pipa 4" @ 0,4 jam = 6 jam kerja kelompok
– 10 sambungan pipa 2" @ 0,36 jam = 3,6 jam kerja kelompok
  Upah kelompok = 9,6 jam x Rp. 500,–/jam = Rp. 5.280,–

Saluran air bersih :
– 97 sambungan pipa 3/4" @ 0,12 jam = 11,67 jam kerja kelompok, jadi 11,67 x Rp. 550,– = Rp. 6.418,5

Saluran gas :
– 29 sambungan pipa 3/4" @ 0,12 jam = 3,52 jam kerja kelompok, jadi 3,52 x Rp. 550,– = Rp. 1.936,–

Pekerjaan pemasangan kasar :
Water closet 8 jam, wastafel 5 jam, bak mandi rendam dengan cucuran air mandi 10 jam, tempat cuci piring 6 jam, tempat cuci pakaian 5 jam, pengering lantai 3 jam
Jumlah seluruhnya 37 jam kerja kelompok x Rp. 550,–
= Rp. 20.350,–
Jumlah upah = Rp. 46.984,5

Alat-alat :
Semua peralatan termasuk timah dan oakum ditaksir Rp. 20.000,–

Jadi biaya seluruhnya :

Bahan-bahan	=	Rp. 173.450,–
Upah	=	Rp. 45.984,50
Alat-alat	=	Rp. 20.000,–
Jumlah	=	Rp. 239.434,50
Biaya tak terduga 10%	=	Rp. 23.943,40
Jumlah	=	Rp. 263.377,90
Keuntungan 10%	=	Rp. 26.337,70
Jumlah seluruhnya	=	Rp. 289.715,60
		Rp. 289.716,–

Pekerjaan halus (penyelesaian) instalasi air bersih, gas dan pembuangan:

Bahan untuk pekerjaan halus selain dari alat-alat sanitair termasuk juga peralatan-peralatannya : misalnya untuk sebuah bak mandi rendam (bathtub) harus diperinci ukurannya, warna, sudut-sudutnya, cara meletakkannya kemudian sambungan-sambungannya, ukuran, jumlah, apakah dilapis chroom atau nikel, bila dipasang cucuran air mandi harus disebutkan bentuknya, nomornya bila ada nomor, juga termasuk gorden dan relnya.
Untuk tempat cuci piring harus disebutkan bentuk dan macamnya, bahan apa, juga termasuk jenis keran air, pipa pembuangan awal (drain pipe), leher angsa, kaki penopang (bila ada), lemari-lemari (cabinet) dan lain-lain.
Biasanya bila kita mempunyai buku catalogue, maka semuanya dijelaskan dengan gambar-gambar dan nomor-nomor serta namanya. Buku tersebut di atas dapat diperoleh dari pabrik pembuatnya atau penjual.
Pada tabel III – 7 disajikan harga-harga alat-alat sanitair (1982) :

Tabel III – 7

Jenis barang	Unit	Harga Rp.			Keterangan
		Putih	Warna	Special	
Water closet :					
KIA Deluxe	set	180.000	185.000	550.000	
Duta syphonic	set	150.000	155.000	200.000	
Monoblok C420/S516	set	155.000	160.000	175.000	
C 50	set	38.000	41.000		standard
Closet jongkok CE6	set	19.000	21.000		
Urinoir :					
Panda	set	23.000	25.000		
Sarangan	set	27.000	29.000		
KIA deluxe	set	65.000	70.000		
Wastafel :					
Havana – 44	set	19.000	21.000		
Rini 48	set	40.000	42.500		
Castella 61	set	38.000	40.000		
Tempat sabun :					
Maya 11 x 22	buah	3.000	3.500		
22 P	buah	5.000	5.500		
Tempat kertas :					
Vidi	buah	2.000	2.100		
Bak mandi :					
Email/Fiberglass	buah	140.000			
Tegel porselin :					
11 x 22 cm Decor	buah		475		
15 x 15 cm Decor	buah		275		
11 x 11 cm Decor	buah		100		
15 x 15 cm Decor	buah	130	135		

Buruh :

Tenaga buruh pada pekerjaan ini diperlukan untuk memasang dan menghubungkan pipa-pipa pada alat-alat sanitair. Biasanya alat sanitair dikirimkan dalam peti, maka alat sanitair harus dirakit dahulu baru dipasang.
Pemasangan biasanya dilakukan oleh kelompok kerja terdiri dari 2 orang, 1 orang tukang pasang dan 1 orang pembantu.
Waktu yang diperlukan sangat tergantung dari jenis alat sanitair, macamnya, ukuran, alat-alat perlengkapannya (accessories), keadaan setempat, dan ketrampilan buruhnya.
Pada tabel III – 8 disajikan perkiraan waktu yang diperlukan untuk pekerjaan ini :

Tabel III – 8

Perkiraan jam kerja buruh untuk pekerjaan penyelesaian alat-alat sanitair.

Jenis alat sanitair	Jam Kerja Kelompok	Jam Kerja Buruh
– Wastafel	3 – 5	5 – 9
– Water closet	3 – 6	5 – 10
– Urinal dengan kaki penunjang	6 – 10	12 – 20
– Cucuran air mandi (shower) dengan tiang	12 – 16	20 – 30
– Shower tanpa tiang	3 – 5	5 – 10
– Bathtub (bak mandi rendam)	5 – 10	10 – 20
– Bathtub dengan shower	7 – 15	14 – 30
– Tempat rendam kaki (foot bath)	4 – 8	8 – 15
– Tempat cuci pakaian kembar (laundry tub)	3 – 5	6 – 10
– Tempat cuci piring, kecil	3 – 6	6 – 12
– Tempat cuci piring, besar	4 – 8	8 – 15
– Alat pembilas (slop sink)	3 – 5	6 – 10
– Kompor gas untuk cuci pakaian	2 – 3	3 – 5
– Kompor gas untuk masak	2 – 4	3 – 7
– Alat pemanas air (water heater), otomatis	3 – 7	5 – 12
– Alat cuci piring	3 – 6	5 – 10
– Tangki air	3 – 5	5 – 9
– Water softener (pelunak air kotor)	3 – 6	5 – 12
– Alat buang sampah (Garbage disposal)	2 – 4	4 – 8

Alat-alat pemasangan :

Alat yang dipakai untuk pemasangan selain dari alat tangan tukang ledeng, termasuk juga alat untuk membuat ulir dan steger-steger.

Contoh :

Hitunglah perhitungan biaya untuk penyelesaian pemasangan alat-alat sanitair (pekerjaan halus) untuk bangunan berkamar 6 yang sudah dibicarakan pada contoh yang lalu. Dari gambar spesifikasi didapat sebagai berikut :

Bahan-bahan/alat-alat :

– Alat pemanas air kapasitas 114 liter	=	Rp. 80.000,–
– Tempat cuci pakaian, kembar	=	Rp. 50.000,–
– Dua kompor gas pemasak air panas untuk cuci pakaian	=	Rp. 10.000,–
– Tempat cuci piring	=	Rp. 90.000,–
– Bak mandi rendam dengan shower dan gordijn	=	Rp. 180.000,–
– Water closer Duta syphonic, putih	=	Rp. 150.000,–
– Wastafel Rini 48, putih	=	Rp. 40.000,–
Jumlah	=	Rp. 600.000,–

Upah buruh :

	Jam kerja kelompok
– Pemasangan alat pemanas	4 jam
– Pemasangan tempat cuci pakaian	4 jam
– Pemasangan kompor untuk cuci pakaian	2 jam
– Pemasangan tempat cuci piring	5 jam
– Bak mandi rendam dengan shower dan lain-lain	10 jam
– Water closet	4 jam
– Wastafel	3 jam
Jumlah	32 jam

@ Rp. 400,– + Rp. 150,–
= 32 x Rp. 550,–
= Rp. 17.600,–

Alat-alat : ditaksir = Rp. 7.500,–

Jadi biaya seluruhnya :

Bahan-bahan	=	Rp. 600.000,–
Upah	=	Rp. 17.600,–
Alat-alat	=	Rp. 7.500,–
Jumlah	=	Rp. 625.180,–
Biaya tidak terduga 10%	=	Rp. 62.518,–
Jumlah	=	Rp. 687.698,–
Keuntungan 10%	=	Rp. 68.769,80
Jumlah biaya seluruhnya	=	Rp. 756.467,80
dibulatkan	=	Rp. 756.468,–

Jumlah biaya pekerjaan kasar dan pekerjaan penyelesaian :
Biaya pekerjaan kasar dan halus atau penyelesaian dihitung sendiri-sendiri, tetapi untuk biaya tak terduga dan keuntungan diambil dari jumlah keduanya atau dari masing-masing :

Contoh :

Uraian	Pekerjaan Kasar	Pekerjaan Penyelesaian	Jumlah
Bahan-bahan	Rp. 173.450,–	Rp. 600.000,–	Rp. 773.530,–
Upah	Rp. 45.984,50	Rp. 17.600,–	Rp. 63.584,50
Alat-alat	Rp. 20.000,–	Rp. 7.500,–	Rp. 27.500,–
		Jumlah I =	Rp. 864.614,50
		Biaya tidak terduga 10% =	Rp. 86.461,45
		Jumlah II =	Rp. 951.075,95
		Keuntungan 10% =	Rp. 95.107,59
		Jumlah biaya seluruhnya =	Rp. 1.046.183,54
		dibulatkan =	Rp. 1.046.184,–

BAB IV
MENGECAT, MEMASANG LAPISAN KERTAS DINDING DAN KACA :

Pengecatan :

Biaya untuk mengecat tergantung dari jenis permukaan yang akan dicat apakah permukaan kayu, pelat besi atau plesteran tembok, juga tergantung dari bentuk permukaan (rata, bergelombang), jenis cat yang dipakai, banyaknya lapisan cat dan jenis cat (cat dasar, cat akhir) dan ketrampilan tukang cat.
Pengecatan dibagi menjadi 2 bagian yaitu pengecatan luar dan pengecatan dalam (exterior and interior).

Pengecatan luar :

- Dinding-dinding dihitung dengan m^2
- Les-les dihitung dengan m, lebarnya disebutkan
- Pintu-pintu dihitung dengan m^2
- Jendela-jendela dihitung dengan m^2
- Tirai-tirai matahari dihitung dengan m^2
- Sudut-sudut (cornices) dihitung dengan m

– Tiang-tiang dan pegangan tangga dihitung dengan m atau buah
– Atap dengan m^2
– Atap logam dengan m^2

Pengecatan dalam :

– Dinding dan langit-langit dihitung dengan m^2
– Lantai dihitung dengan m^2
– Les-les dalam dihitung dengan m
– Tiang-tiang, pegangan tangga dihitung dengan m atau buah
– Pintu-pintu dan jendela dihitung dengan m^2
– Pipa-pipa dihitung dengan m^2

Konstruksi baja :

– Pengecatan dihitung dengan m^2 atau ton. Jenis-jenis bagian konstruksi biasanya disebutkan seperti tiang-tiang, balok pemikul, dan lain-lain
Bila meperhitungkan luas permukaan setiap ton konstruksi baja maka perkiraan dibawah dipakai :

– Batang-batang kecil, balok pemikul, tiang-tiang dan usuk	33 – 42 m^2/ton
– Batang-batang berukuran sedang	23 – 33 m^2/ton
– Batang-batang berukuran besar	16 – 23 m^2/ton
– Kuda-kuda kecil dan kerangka-kerangka jadi	33 – 42 m^2/ton

Bahan-bahan :

Cat dapat dibeli langsung dari toko atau kontraktor mencampur sendiri dengan mencampurkan beberapa jenis bahan. Biasanya kadang-kadang perlu mencampur cat itu dengan thinner agar cat tidak terlalu kental. Bahan yang diperlukan ialah : minyak cat (linseed oil), terpentin, pernis, shellac (sirlak), dempul dan pengering (drier).
Pada tabel berikut disajikan keperluan pembuatan 10 gallon (37,85 liter) cat dengan menggunakan timah putih (white lead) sebagai bahan dasar atau pigment. Perbandingannya dapat berubah tergantung dari pengalaman tukang cat sendiri.

Tabel IV – 1

Perbandingan bahan untuk cat sebanyak 10 gallon (37,85 liter)

Jenis Cat	Timah Putih (Kg)	Minyak Cat (l)	Terpentin (l)	Zat Pengering drier) (l)
Cat luar :				
Cat Dasar :	45,45 – 54,55	15,14 – 18,93	3,785 – 7,57	0,47 – 0,71
Cat Lapisan Kedua :	54,55 – 72,73	11,36 – 18,93	5,68 – 9,46	0,24 – 0,71
Cat Akhir :	54,55 – 72,73	15,14 – 26,5	0,76 – 1,14	0,24 – 0,71
Cat dalam :				
Cat Dasar :	45,45 – 54,55	11,36 – 18,93	7,6 – 11,4	0,47 – 0,94
Cat Lapis Kedua :	59,09 – 72,73	7,57 – 15,14	5,68 – 9,46	0,47 – 0,94
Cat Akhir tidak Mengkilat :	72,73 – 81,82	0	7,6 – 22,71	0 – 0,24
Cat Akhir Mengkilat :	72,73 – 77,27	11,36 – 15,14	0 – 1,89	0,24 – 0,47

Bila cat berwarna maka dicampurkan sebanyak 1,35 kg – 6,85 kg zat pewarna untuk setiap cat sebanyak 10 gallon (37,85 liter) kira-kira 0,24 1 terpentin boleh juga dicampurkan untuk setiap 0,45 kg zat pewarna.
Cat yang sudah siap pakai beratnya 1,80 kg – 1,92 kg tiap liter.
Berat bahan-bahan campuran cat (1) :
– Pernis 1,08 kg
– Minyak cat 0,96 kg
– Terpentin 0,84 kg
Lapisan dasar untuk permukaan beton, memerlukan campuran 0,24 – 0,36 kg zinc sulfat untuk setiap l air.
Berapa banyak cat untuk setiap m^2 pengecatan tergantung dari cara menyapukan cat (brushing), porositas permukaannya, kekentalan cat dan suhu udara. Cat pertama akan dihisap dengan cepat daripada lapisan selanjutnya kecuali pada permukaan plat besi. Karena itu cat dasar memerlukan lebih banyak bahan.
Padaumumnya cat mengandung zinc akan lebih hemat daripada cat yang mengandung timah (lead paint) akan tetapi yang mengandung timah lebih tahan lama.

Untuk mempercepat keringnya cat biasanya dicampurkan sebanyak 10% zat pengering untuk lapisan dasar. Tetapi untuk lapisan-lapisan selanjutnya harus lebih sedikit penggunaannya karena zat pengering menyebabkan cat mudah terkelupas atau rusak.
Kira-kira 0,5 kg dempul diperlukan untuk setiap permukaan seluas ±100 m^2. Pada tabel IV – 2 disajikan keperluan cat untuk bermacam-macam permukaan.

Tabel IV – 2

Luas permukaan yang dapat dicat oleh 1 kg cat (m^2 / 1 kg cat / 1 lapisan)

Jenis cat	Permukaan Logam	Kayu		plesteran, batu bata, semen dan kapur	
		Lapisan Pertama	Lapisan Selanjutnya	Lapisan Pertama	Lapisan Selanjutnya
– Timah putih dengan minyak	5,1 – 6,4	3,83 – 5,1	5,1 – 6,4	2,56 – 3,83	3,83 – 6,4
– Zinc putih dengan minyak	6,4 – 7,67	5,1 – 6,4	6,4 – 7,67	3,19 – 4,47	5,1 – 7,67
– Cat siap pakai (untuk bagian luar)	6,4 – 7,67	5,1 – 6,4	6,4 – 7,67	3,85 – 5,1	5,1 – 7,67
– Enamel	6,4 – 7,67	5,1 – 6,4	6,4 – 7,67	4,47 – 5,75	5,1 – 7,67
– Enamel untuk lantai	–	5,1 – 7,67	6,4 – 8,95	5,1 – 7,03	6,4 – 8,95
– Cat tidak mengkilap bagian dalam	–	5,1 – 6,4	6,4 – 7,67	3,83 – 5,75	5,1 – 7,03
– Cat mengkilap bagian dalam	–	3,19 – 4,47	3,83 – 5,75	2,56 – 3,83	3,83 – 5,1
– Pernis	6,4 – 7,67	5,1 – 6,4	6,4 – 7,67	4,47 – 5,75	5,1 – 7,67
– Sirlak	–	7,67 – 8,95	–	5,1 – 7,67	–
– Lapis warna (stain)	–	3,83 – 6,4	–	–	–
– Cat dasar tembok	–	–	–	4,83 – 6,4	–
– Dempul kayu (wood paste filler)	–	3,19 – 4,47	–	–	–
– Dempul lem (glue size)	–	3,83 – 6,4	–	–	–
– Dempul pernis (varnish size)	–	–	–	3,83 – 6,4	–
– Sulfat zinc	–	–	–	2,56 – 5,1	–
– Calcimine (kalsomine) untuk tembok	–	–	–	2,56 – 5,1	–
– Cat Latex (latex base)	–	2,56 – 4,47	–	2,56 – 3,83	–

Pada daftar berikut dicantumkan harga-harga cat (Desember 1982) di pasaran :

Jenis Cat	Harga (Rp.)
Cat tembok per kg :	
Super Vinilex	1195
Vinilex 5000	1150
Matex	920
Platone PVA	780
Titelac undercoat	1645
Titelac undercoat EMA	940
Super Vinilex Rufftex	1035
Rabalac 3000 per liter	3760
Cat dasar tembok per kg :	
Vinilex 5180	1085
Matex Putty	735
Cat kayu/besi per liter :	
Bee Brand enamel	2070
NO. 115 (silver)	2160
No. 316 (gold)	4505
Special colours	3010
Platone 8000 enamel	1665
Bedelac 9000	2260
Cat dasar kayu/besi per kg :	
Bodelac Metal Primer	1220
Bodelac 9000 per liter	2260
Lead primer per liter	3570
Bee Brand (planir kayu)	1220
Bee Brand undercoat	1220
Bee Brand meni kayu	1220
Plywood wooden putty	1035
Nippe underseal	1800
Cat DUCO per kg :	
Nippe 2000	2410
Nippe 2000 – 280	1730
Nippe 2000–dof per liter	3290
Super Pylac 2000 per liter	3950
Pylox Aerosol per 300 cc	1500
Roadline paint	2070

Vinilex active per liter	3100
Nippe 2150 Sanding sealer/liter	2585
Melamic standard per liter	3385
Melamic Sanding Sealer/liter	2630
Melamic wood Filler	940
Epotar black per liter	3100
Teak oil per liter	1695
Body putty	3425
Audo coat per 5 kg	11280
Vinilex ultra per 5 kg	9400
Thinner per liter :	
Nippe 1500	1600
Super Pylac 3500	2070
Bee Brand Thinner	800
Rabalac Thinner	1880
Vinilex Thinner	1645
Roadline Thinner	1555
Metamic Thinner	1645
Polyure Mightylac	2260
Epotar Thinner	1880

Untuk Calcimine, 0,60 kg dicampur dengan 0,3 liter air menjadikan campuran sebanyak 1 *l*. Sedang ½ kg Calcimine untuk dempul akan menjadi 2 *l* campuran siap pakai. Dempul kayu diperlukan 0,80 kg untuk luas permukaan 10 m^2. 0,35 kg sulfat zinc biasanya dicampur dengan air sebanyak 1 *l*. Cat air sebanyak 0,6 kg biasa dicampur dengan 1 *l* air.

Buruh :

Jam kerja buruh pengecatan untuk satu satuan luas tergantung dari keadaan permukaan yang akan dicat, kwalitas cat, cuaca, letak bidang yang akan dicat apakah dinding, langit-langit atau teralis dan ketrampilan tukang cat.
Pengecatan sebelah luar jarang dilakukan pada saat cuaca basah, sedang pengecatan sebelah dalam boleh saja asalkan permukaan tetap bersih dan kering.
Permukaan yang dapat dicat tergantung juga dari jenis alat yang dipakai seperti tertera di bawah :

Alat yang dipakai	luas yang dapat dicat m^2 / jam / orang
Dengan koas (brush)	1,86 m^2 – 18,6 m^2
Dengan roller (koas gelinding)	5,57 m^2 – 27,87 m^2
Dengan sprayer (semprotan)	9,29 m^2 – 46,45 m^2

Jam kerja yang diperlukan untuk mengecat konstruksi baja adalah sebagai berikut :

	Jam per ton
– Konstruksi baja dengan kerangka yang besar-besar	0,5 – 0,9
– Konstruksi baja dengan kerangka yang sedang-sedang	0,7 – 1,4
– Konstruksi baja ringan	1 – 2
– Kuda-kuda kecil atau kerangka-kerangka siap pakai	1 – 2

Pada tabel IV – 3 disajikan perkiraan tenaga buruh untuk berbagai jenis pekerjaan cat.

Peralatan :

Alat-alat yang dipakai pada pekerjaan pengecatan ialah : koas-koas, roller, sprayer, alat-alat tangan, tangga steger, alat penerangan (lampu). Pekerjaan menghampelas, membersihkan dan menggosok, bahan-bahannya termasuk dalam peralatan yang dipakai.
Kadang-kadang dipakai alat menghampelas atau menggosok dengan listrik. Bila roller dipakai biasanya usianya hanya untuk beberapa kali pakai saja (untuk beberapa pekerjaan) sedang alat-alat sprayer dapat dipakai selama ± 2 tahun.

Tabel IV – 3

Jam kerja buruh yang diperlukan bagi pekerjaan cat dengan menggunakan koas

Jenis Pekerjaan	m^2 / jam Satu Lapisan	Jam / 10 m^2 Satu Lapisan
Pekerjaan luar (exterior) :		
– Dinding-dinding dan atap kayu	14 – 18,5	0,54 – 0,76
– Pintu-pintu, jendela-jendela, tirai-tirai	11 – 17	0,59 – 0,92
– Atap logam	15 – 20,5	0,49 – 0,70
– Les-les, sudut-sudut(cornice), jeruji tangga (balusters), tiang-tiang pegangan tangga (rails), dalam m	9 – 17	0,59 – 1,08
– Plesteran tembok	11 – 14	0,70 – 0,92
Pekerjaan dalam (interrior) :		
a. Lel-les, mendempul (dalam m)	5,5 – 8,5	1,19 – 1,78
– Melapis dengan zat warna	13 – 18,5	0,54 – 0,76
– Sirlak	11 – 17	0,59 – 0,92
– Menghampelas	5,5 – 8,5	1,19 – 1,78
– Menggosok	5,5 – 8,5	1,19 – 1,78
– Pernis	11 – 17	0,59 – 0,92
– Cat tidak mengkilat (flat painting)	11 – 17	0,59 – 0,92
– Cat enamel	9 – 14	0,70 – 1,08
b. Lantai-lantai kayu, mendempul	11 – 17	0,59 – 0,92
– Melapis dengan zat warna	14 – 18,5	0,54 – 0,70
– Sirlak	14 – 18,5	0,54 – 0,70
– Pernis	13 – 18,5	0,54 – 0,76
– Memberi lapisan lilin (waxing)	14 – 18,5	0,54 – 0,70
– Menggosok	9 – 14	0,70 – 1,08
– Menghampelas dengan tangan	4 – 8	1,35 – 2,70
– Menghampelas dengan mesin	9 – 18,5	0,54 – 1,08
c. Dinding plesteran, langit-langit, mendempul rata (sizing)	18,5 – 23	0,43 – 0,54
– Mengecat dengan Calcimine	18,5 – 23	0,43 – 0,54
– Mengecat	11 – 16	0,65 – 0,92
– Mengecat garis (dalam m)	1,5 – 3	3,62 – 7,18
d. Pekerjaan bata, beton, melapis (oiling), mendempul rata, mengecat dengan sulfat dan lain-lain	11 – 17	0,59 – 0,92
– Mengecat	11 – 14	0,70 – 0,92
e. Konstruksi rangka baja	14 – 200	0,54 – 0,70

Contoh :

Hitunglah perkiraan biaya untuk pekerjaan pengecatan bagian dalam dari suatu gedung baru dengan 6 buah kamar bertingkat dua.
Dari gambar dan spesifikasi diperoleh perincian sebagai berikut :

Tingkat bawah	**Tingkat pertama**
2 buah pintu luar	8 buah pintu dalam
4 buah pintu dalam	8 buah jendela tunggal
4 buah jendela dobbel	200 m les
4 buah jendela tunggal	65 m² lantai
148 m les	1 buah tangga
65 m² lantai	1 buah kabinet tempat obat
1 buah tangga	1 buah gudang
1 buah gudang	1 buah ruang kecil
2 buah lemari dinding di dapur	

Lantai terbuat dari kayu yang harus dihampelas, didempul dan dipernis 3 kali. Semua pintu-pintu, jendela-jendela dan les-les pada tingkat bawah harus dihampelas dan dipernis 2 kali kecuali di dapur harus dicat dasar, dilapis cat 2 kali dan kemudian dilapis cat enamel 2 kali.
Tangga tingkat bawah sama seperti lantai
Dinding tingkat bawah sama seperti lantai.
Dinding tingkat bawah dan langit-langit didempul 1 kali dan diberi cat tidak mengkilat 2 kali.
Alat-alat dapur dan rak sudah dicat di toko, tinggal pasang.
Pintu-pintu, jendela-jendela dan les-les pada tingkat kedua, diberi lapisan dasar, 2 lapisan cat tidak mengkilap dan 2 lapisan cat enamel.
Tangga tingkat kedua diberi lapisan warna dan dipernis seperti tangga bawah.
Dinding-dinding tingkat kedua dan langit-langit tidak dicat.
Lemari obat, lemari-lemari kecil sudah dicat di toko.
Bahan cat yang dipakai adalah sebagai berikut :

– Dempul kayu untuk lantai (Pasta)	Rp. 1.035/kg
– Pernis	Rp. 2.000/*l*
– Minyak pewarna (stain oil)	Rp. 1.750/*l*
– Cat dasar dinding	Rp. 1.695/*l*
– Cat kayu untuk les tidak mengkilat (flat paint)	Rp. 1.800/*l*
– Cat kayu untuk les mengkilap (enamel pain)	Rp. 2.070/*l*
– Bahan untuk menghampelas	Rp. 5.000,–
– Minyak cat (thinner)	Rp. 1.600/*l*
– Terpentine	Rp. 1.600/*l*

– Dempul kayu	Rp. 735/kg
– Sewa alat, mesin penggosok lantai	Rp. 2.500/hari
– Upah buruh :	
Upah tukang cat	Rp. 400/jam
Keperluan untuk bermacam-macam alat pembantu ditaksir	Rp. 30.000,–

Jawab :

Keperluan bahan-bahan : (lihat tabel IV – 2)

– Lantai : 130 m²

Dempul, 1 lapis 4 m² / 1 kg / 1 lapisan, jadi : $\frac{130}{4} = 32{,}5$ kg

Pernis, 3 lapis, 6,4 m² / 1 kg / 1 lapisan, jadi : $\frac{130}{6{,}4} \times \frac{1}{1{,}08}$
$= 18{,}81\ l \times 3 = 56{,}42\ l$

– Tangga : 12,50 m²

Dempul, 1 lapis $= \frac{12{,}50}{4} = 3{,}13$ kg

Pernis, 3 lapis $= \frac{12{,}50}{6{,}4} \times \frac{1}{1{,}08} \times 3 = 5{,}43\ l$ (berat pernis 1,08 kg/*l*)

– Pegangan tangga dan ruji penopangnya 15,50 m, lebarnya 0,20 m = 3,10 m²

zat pewarna, 1 lapis, $\frac{15{,}50 \times 0{,}2\ m^2}{4\ m^2} \times \frac{1}{1{,}2} = 0{,}65\ l$ (berat larutan zat pewarna 1,2 kg/*l*

Pernis, 2 lapis, $\frac{15{,}50 \times 0{,}2}{6{,}4} \times \frac{1}{1{,}08} \times 2 = 0{,}9\ l$

– Les lantai bawah (tidak termasuk dapur) = 122 m, lebar 0,10 m = 12,2 m²

zat pewarna, 1 lapis $\frac{122 \times 0{,}10}{4} \times \frac{1}{1{,}2} = 2{,}54\ l$

Pernis, 2 lapis $\frac{122 \times 0{,}10}{6.4} \times \frac{1}{1{,}08} \times 2 = 3{,}53\ l$

– Pintu-pintu pada lantai bawah (tidak termasuk dapur) = 24 m²

zat pewarna, 1 lapis, $\frac{24}{4} \times \frac{1}{1{,}2} = 5\ l$

Pernis 2 lapis, $\frac{24}{6{,}4} \times \frac{1}{1{,}08} \times 2 = 6{,}94\ l$

- Jendela-jendela pada lantai bawah (tidak termasuk dapur) = 22 m^2

  zat pewarna, 1 lapis $\frac{22}{4} \times \frac{1}{1,2} = 4,58\ l$

  Pernis 2 lapis $= \frac{22}{6,4} \times \frac{1}{1,08} \times 2 = 6,36\ l$

- Pintu-pintu dapur tingkat bawah = 6 m^2

  Cat tidak mengkilat, 3 lapis, 6 m^2 / 1 kg / 1 lapis, jadi :

  $\frac{6}{6} \times \frac{1}{1,8} \times 3 = 1,67\ l$ (1,8 kg/l)

  Cat enamel, 2 lapis, jadi : $\frac{6}{4} \times \frac{1}{1,8} \times 2 = 1,67\ l$ (4 m^2/ 1 kg / 1 lapis)

- Jendela-jendela dapur tingkat bawah = 4,60 m^2

  Cat tidak mengkilat, 3 lapis : $\frac{4,6}{6} \times \frac{1}{1,8} \times 3 = 4,14\ l$

  Cat enamel 2 lapis : $\frac{4,6}{4} \times \frac{1}{1,8} \times 2 = 1,28\ l$

- Les-les dapur tingkat bawah = 1,28 m^2 (panjang 12,8 m lebar 0,10 m)

  Cat tidak mengkilat, 3 lapis : $\frac{1,28}{6} \times \frac{1}{1,8} \times 3 = 0,38\ l$

  Cat enamel 2 lapis : $\frac{1,28}{4} \times \frac{1}{1,8} \times 2 = 0,36\ l$

- Dinding dan langit-langit tingkat bawah = 222 m^2

  Cat dasar, 1 lapis, 4 m^2/ 1 kg / 1 lapis, $\frac{222}{4} \times \frac{1}{1,8} \times 1 = 30,83\ l$

  Cat tidak mengkilat 2 lapis, 6 m^2 / 1 kg / 1 lapis, $\frac{222}{6} \times \frac{1}{1,8} \times 2$

  $= 41,11\ l$

- Les-les tingkat kedua 200 m, lebar 0,1 m = 20 m^2

  Cat tidak mengkilat, 3 lapis, $\frac{20}{6} \times \frac{1}{1,8} \times 3 = 5,56\ l$

  Cat enamel, 2 lapis, $\frac{20}{4} \times \frac{1}{1,8} \times 3 = 5,56\ l$

- Pintu-pintu pada tingkat kedua 24 m^2

  Cat tidak mengkilat, 3 lapis : $\frac{24}{6} \times \frac{1}{1,8} \times 3 = 6,67\ l$

  Cat enamel 2 lapis : $\frac{24}{4} \times \frac{1}{1,8} \times 2 = 6,67\ l$

- **Jendela-jendela pada tingkat kedua 18,6 m^2**

  Cat tidak mengkilat, 3 lapis : $\frac{18,6}{6} \times \frac{1}{1,8} \times 3 = 5,17\ l$

  Cat enamel, 2 lapis : $\frac{18,6}{4} \times \frac{1}{1,8} \times 2 = 5,17\ l$

Semua keperluan bahan di atas di jumlahkan dan diperoleh sebagai berikut :

– Dempul lantai kayu (pasta) 35,63 kg ~ 36 kg @ Rp. 1.035,–	=	Rp.	37,260,–
– Pernis 78,68 l ~ 79 l @ Rp. 2.000,–	=	Rp.	158.000,–
– Zat pewarna 12,77 l ~ 13 l @ Rp. 1.750,–	=	Rp.	22.750,–
– Cat tidak mengkilat 64,70 l ~ 65 l @ Rp. 1.800,–	=	Rp.	117.000,–
– Cat enamel 20,71 l ~ 21 l @ Rp. 2.070,–	=	Rp.	43.470,–
– Cat dasar kayu 30,83 l ~ 31 l @ Rp. 1.645,–	=	Rp.	50.995,–
– Terpentin 8 l (untuk Thinner) @ Rp. 1.600,–	=	Rp.	12.800,–
– Minyak cat 5 l (untuk thinner) @ Rp. 1.600,–	=	Rp.	8.000,–
– Ampelas	=	Rp.	5.000,–
– Dempul 3 kg @ Rp. 735,–	=	Rp.	2.200,–
Jumlah	=	Rp.	457.480,–

Upah buruh :

Upah Rp. 400,–/jam, sudah termasuk pajak upah dan asuransi, lihat tabel IV – 3.

- Lantai 130 m^2, menghampelas, mendempul, pernis 3 kali :

  $\frac{130}{12} + \frac{130}{12} + \frac{130}{15} \times 3 = 10,83 + 10,83 + 3 \times 8,67 = 47,66$ jam

- Tangga-tangga 12,50 m^2, menghampelas, mendempul, pernis 3 kali :

  $\frac{12,5}{8} + \frac{12,5}{8} + \frac{12,5}{12} \times 3 = 1,56 + 1,56 + 3,13 = 6,25$ jam

- Les-les 15,30 m^2, menghampelas 2 kali, mendempul, melapis zat warna, dipernis 2 kali :

  $2 \times \frac{15,3}{6} + \frac{15,3}{6} + \frac{15,3}{13} + \frac{15,3}{11} \times 2 = 5,1 + 2,55 + 1,18 + 2,78$

  $= 11,61$ jam

- Jendela-jendela dan pintu 46 m^2, dihampelas 2 kali, didempul, diberi pewarna, dipernis 2 kali :

  $2 \times \frac{46}{6} + \frac{46}{6} + \frac{46}{13} + \frac{46}{11} \times 2 = 15,33 + 7,67 + 3,54 + 8,36 = 34,9$ jam

– Les-les 21,28 m^2, dihampelas 2 kali, didempul dicat dasar, dicat 2 kali (flat paint), di enamel 2 kali :

$$2 \times \frac{21,28}{6} + \frac{21,28}{6} + \frac{21,28}{11} + \frac{21,28}{11} \times 2 + \frac{21,28}{9} \times 2$$

$= 7,1 + 3,55 + 1,93 + 3,87 + 4,73 = 21,18$ jam

– Jendela-jendela dan pintu-pintu 53,2 m^2, diampelas 2 kali, didempul, dicat dasar, dicat 2 kali (flat paint), dienamel 2 kali :

$$2 \times \frac{53,2}{6} + \frac{53,2}{6} + \frac{53,2}{11} + \frac{53,2}{11} \times 2 + \frac{53,2}{9} \times 2$$

$= 17,73 + 8,87 + 4,84 + 9,67 + 11,82 = 52,93$ jam

– Dinding-dinding 222 m^2, didempul, dicat 2 kali

$$\frac{222}{11} + 2 \times \frac{222}{14} = 20,18 + 31,71 = 51,89 \text{ jam}$$

jadi upah buruh tukang cat :
jumlah jam seluruhnya : 226,42 ~ 227 jam x Rp. 400,–
= Rp. 90.800,–

Biaya seluruhnya :

– Bahan-bahan	Rp. 457.480,–
– Upah	Rp. 90.800,–
– Alat-alat	Rp. 30.000,–
– Sewa mesin penggosok (10,83 ~ 11 jam = Rp. 2.500,– / hari) dihitung 2 hari	Rp. 5.000,–
Jumlah I	Rp. 583.280,–
Biaya tidak terduga 10% x I	Rp. 58.328,–
Jumlah II	Rp. 641.608,–
Keuntungan 15% x II	Rp. 96.241,20
Jumlah biaya seluruhnya	Rp. 737.849,20
dibulatkan	Rp. 737.850,–

Kesimpulan :

Jadi terlihat dari perhitungan di atas bahwa perhitungan jenis pekerjaan harus dihitung dengan teliti agar mendapat perkiraan biaya yang mendekati biaya sesungguhnya. Besarnya biaya tidak terduga dan keuntungan dapat diambil sesuai dengan keadaan setempat atau resiko yang dihadapi dan keinginan pemborong memperoleh pekerjaan tersebut.

Memasang lapisan kertas dinding (wall paper) :

Biaya pemasangan lapisan kertas tergantung dari harga atau kwalitas dari kertas dan dempul yang dipakai, keadaan setempat dan ketrampilan buruhnya.
Untuk dinding yang baru diplester biasanya harus diberi lapisan dempul dinding sebelum lapisan kertas dipasang.
Bahan dan tenaga buruh untuk pekerjaan ini ditaksir berdasarkan banyaknya gulungan kertas (roll), lebar kertas dinding biasanya 45 cm (18 inci), tetapi ada juga yang lebih lebar. Panjang gulungan 7,2 m atau 24 feet., yang panjangnya dobbel 14,4 m.

Bahan-bahan :

Dempul dinding :

Bila tembok atau langit-langit harus didempul, maka diberi 1 lapis dempul lem, 2 *l* dempul lem cukup untuk bidang seluas 50 m^2 – 100 m^2.

Kertas dinding :

Keperluannya dihitung berdasarkan luas dinding dan langit-langit yang akan dilapis dikurangi jendela, pintu dan lobang-lobang angin.
Bahan-bahan yang akan dipakai jumlahnya harus ditambah sebagai berikut :

– 5% untuk kertas dinding yang polos
– 10% untuk kertas dinding yang berbunga atau bergaris kecil-kecil
– 15 % untuk kertas dinding yang berbunga atau bergaris besar-besar.

Tambahan bahan di atas diperlukan untuk mengimbangi pemotongan yang perlu dilakukan agar sambungan cocok satu sama lain.
Bila les-lesnya dibuat dari bahan yang lain maka lesnya diukur per m panjangnya dan harganya dapat berlainan tergantung kwalitasnya. Kertas dinding yang berkwalitas tinggi selain mempunyai warna-warna yang indah juga dapat dicuci agar selalu bersih dari kotoran yang melekat.

Pasta :

Keperluan bahan ini tergantung dari beratnya lapisan kertas yang akan dipakai. 1 gallon (3,785 *l*) pasta cukup untuk 3 gulung yang panjangnya dobbel, untuk kertas dinding yang berat atau tebal atau 4 gulung yang panjangnya dobbel bagi kertas yang beratnya atau tebalnya sedang, atau 5 gulung yang panjangnya dobbel bagi kertas dinding yang tipis atau ringan.

Tenaga buruh :

Bila tembok yang diplester perlu diberi lapisan dempul lem maka jam kerja buruh yang diperlukan adalah sekitar 0,25 jam sampai 0,50 jam tiap 10 m^2.

Waktu yang diperlukan untuk pemasangan kertas dinding tergantung dari tebal atau tipisnya kertas tersebut, panjangnya gulungan, bentuk dan ukuran bunga-bunga atau garis-garisnya, banyaknya lobang-lobang jendela dan lain-lain.

Pada tabel IV – 4 disajikan keperluan tenaga buruh untuk pemasangan kertas dinding dengan gulungan dobbel 14,4 m (48 feet).

Tabel IV – 4

Berat atau tebal kertas	gulungan dobbel per jam		jam per gulungan dobbel	
	Dinding	langit-langit	Dinding	langit-langit
Tipis	1,5 – 4	1[illegible] – 3,5	0,25 – 0,7	0,3 – 0,85
Sedang	1 – 2,5	0[illegible] – 2	0,4 – 1	0,5 – 1,25
Tebal	0,7 – 2	0,5 – 1,5	0,5 – 1,4	0,65 – 2

Alat-alat :

Alat-alat yang dipergunakan ialah tangga-tangga, steger, alat pemotong kertas, ember tempat pasta, koas-koas, dan alat-alat tangan lainnya.

Keuntungan dan biaya tidak terduga :

Biasanya diambil antara 8% – 15% dari jumlah ongkos-ongkos seluruhnya. Biaya pekerjaan ini biasanya dikerjakan oleh pemborong khusus dengan biaya pemasangan berikut bahannya yang berkwalitas terbaik sekitar Rp. 6.000,– / m^2 (th 1979).

Contoh :

Hitunglah biaya pemasangan kertas lapis dinding untuk suatu ruangan tamu dengan perincian sebagai berikut :

Besarnya ruangan 3,60 m x 6 m dengan tinggi langit-langit 2,60 m terdapat :

2 jendela, berdaun jendela 3 buah : 1,5m x 2,40 m

2 jendela, berdaun jendela 1 buah : 0,90 m x 1,50 m

1 pintu, berdaun pintu dobbel : 1,50 m x 2,10 m

Ruangan mempunyai les lantai lebar 20 cm terbuat dari kayu jati, sedang langit-langit diberi les kayu jati, dengan lebar 12 cm dikelilingnya. Dinding belum dicat atau dicat kapur, jadi melapis dengan dempul lem diperlukan.

Harga :

Kertas dinding dengan bunga-bunga ukuran kecil dengan panjang dobbel	Rp. 12.000,–
Kertas langit-langit dengan panjang dobbel lebar 45 cm	Rp. 10.000,–
Les kertas lapis dengan panjang dobbel lebar 15 cm	Rp. 3.000,–
Dempul lem per liter	Rp. 1.500,–
Pasta lem per liter	Rp. 1.800,–

Upah : Upah tukang ahli Rp. 400 /jam sudah termasuk pajak upah dan asuransi.

Jawab :

Dinding :

– Ukuran keliling ruangan = 19,2 m

– Banyaknya lapisan = $\frac{19,2 \text{ m}}{0,45 \text{ m}} = 43$

– Lobang pintu dan jendela (2 x 1,50 + 2 x 0,90 + 1,50) = $\frac{6,3}{0,45}$ m $= 14$

karena panjangnya kira-kira setengah dinding maka dianggap $\frac{14}{2} = 7$ lapisan

– Jumlah lapisan 43 – 7 = 36 buah

panjang lapisan kertas lebar 0,45 m = 2,60 m – (0,20 + 0,12) m = 2,28 m

– Jadi kertas yang diperlukan = $\frac{36 \times 2,28 + 10\%}{14,4 \text{ m}} = 6,27 \sim 7$ gulung yang panjangnya dobbel (double roll = 14,4 m)

– Les dinding 19,2 m diperlukan $\frac{19,2 \text{ m}}{14,4 \text{ m}} = 1,3 \sim$ 2 gulung dengan panjang dobbel

Langit-langit :

$\frac{6 \text{ m}}{0,45}$ = 14 lapisan dengan panjang masing-masing 3,60 m

jadi diperlukan les = $\frac{14 \times 3,6 \text{ m}}{14,4}$ = 3,5 ~ 4 gulung dengan panjang dobbel

Jadi harga bahan :

Dinding, 7 x Rp. 12.000,–	= Rp. 84.000,–
Les, 2 x Rp. 3.000,–	= Rp. 6.000,–
Langit-langit, 4 x Rp. 10.000,–	= Rp. 40.000,–
Dempul lem (sizing) 8 l x Rp. 1.500,–	= Rp. 12.000,-
Pasta lem 8 l x Rp. 1.800,–	= Rp. 14.400,–
Jumlah	= Rp. 156.400,–

Upah buruh : (lihat tabel IV – 2 dan IV – 4)

– Mendempul (sizing) :

19,2 x 2,6 m + 3,6 x 6 – (2x1,5 x 2,4 + 2 x 0,9 x 1,5 + 1,5 x 2,1)
= 49,92 + 21,6 – 13,05 = 58,47 ~ 59 m^2

– waktu yang diperlukan $\frac{59}{23 \text{ m}^2 / \text{jam}}$ = 2,57 jam

Memasang wallpaper : 0,7 jam / gulung x 7	= 4,9 jam
Memasang langit-langit : 0,8 jam / gulung x 4	= 3,2 jam
Les-les : 0,7 jam / gulung x 2	= 1,4 jam
Jumlah jam kerja	~ 12 jam

Jadi biaya seluruhnya sebagai berikut :

Bahan	= Rp. 156.400,–
Upah buruh	= Rp. 4.800,–
Alat-alat ditaksir	= Rp. 3.000,–
Jumlah I	= Rp. 164.200,–
Biaya tak terduga 10% x I	= Rp. 16.420,–
Jumlah II	= Rp. 180.620,–
Keuntungan 15% x II	= Rp. 27.093,–
Jumlah seluruhnya	= Rp. 207.713,–

Perlu diingat bahwa harga kertas dinding berbeda banyak yang berkwalitas rendah dan berkwalitas baik.

Memasang kaca :

Biaya pemasangan kaca tergantung dari besarnya bidang, kwalitas kaca, kesukaran memasang kaca pada rangkanya dan ketrampilan buruhnya. Pemasangan jendela-jendela NACO dan sejenisnya biasanya sudah disediakan kacanya yang sudah dipotong jadi tinggal memasang saja, mengurangi banyak waktu pemasangan di lapangan. Kaca dapat dipasang dari sebelah dalam atau sebelah luar.

Bahan-bahan :

Agar dapat menaksir biaya dengan baik maka gambar dan spesifikasi harus diteliti, banyaknya, serta ukurannya harus dihitung dan dibuat daftarnya.
Jenis kaca ada yang biasa, kuat (double strength), diberi kawat dan lain-lain. Ukuran kaca biasanya 20 x 25 cm, 25 cm x 40 cm, 30 cm x 45 cm, 35 cm x 50 cm dan lain-lain. Jika membeli kaca harus ditambah jumlahnya dengan 3% – 6% untuk mengganti yang pecah. Untuk proyek-proyek yang besar tentunya pembelian kaca itu secara besar-besaran pula, maka biasanya kaca dijual sudah didalam peti yang setiap box berisi kurang lebih 5 m^2. Ukuran yang diperoleh bermacam-macam.
Lebar kaca terdapat antara 15 cm sampai 30 cm dengan selisih kenaikan 2,5 cm dan dari 30 cm sampai 75 cm dengan selidih kenaikan 5 cm. Panjang kaca terdapat dari 20 cm sampai 200 cm dengan selisih kenaikan 5 cm sedang ukuran diatas 100 cm selisih kenaikan lebih besar.
Pabrik-pabrik dan dealer jarang menyimpan kaca dengan bermacam-macam ukuran, namun agar diketahui dengan jelas apa yang tersedia sebaiknya diminta catalogue atau daftar stock mereka.
Pada tabel IV – 5 disajikan berbagai ukuran kaca yang biasa terdapat dipasaran.
Untuk kaca ukuran kecil, biasa dipakai kaca yang tipis (single strength glass) tebal 3 mm, sedang untuk ukuran besar dipakai yang tebal (double strength glass) untuk luas kaca melebihi 30 cm^2, diperlukan dempul sebanyak ± 1 kg untuk setiap 3,00 m – 4,00 m kaca atau beberapa estimator menaksir ± 1 kg dempul untuk setiap 1 m^2 kaca. Untuk rangka kaca dari besi dipakai dempul khusus yang dikeluarkan oleh pabriknya. Tabel IV – 6 menyajikan keperluan dempul untuk memasang kaca.

Tabel IV – 5

Ukuran kaca, luasnya dan jumlah kaca tiap box

Ukuran, cm	Luas setiap 100 lembar kaca m²	Jumlah lembar setiap box	Ukuran, cm	Luas setiap 100 lembar kaca m²	Jumlah lembar setiap box
15 x 20	3	150	50 x 60	30	15
17,5 x 22,5	3,94	115	50 x 70	35	13
20 x 25	5	90	50 x 85	42 5	11
20 x 30	6	75	50 x 100	50	9
25 x 30	7,5	60	50 x 115	57,50	8
25 x 35	8,75	52	55 x 70	38,50	12
25 x 40	10	45	55 x 85	46,75	10
30 x 40	12	38	55 x 100	55	8
30 x 50	15	30	55 x 115	63,25	7
30 x 60	18	25	60 x 70	42	11
35 x 40	14	32	60 x 85	51	9
35 x 50	17 5	26	60 x 100	60	8 (7)
35 x 60	21	22	60 x 115	69	7 (6)
35 x 70	24 5	19 (18)	60 x 130	78	6
40 x 50	20	23	65 x 85	55,25	8
40 x 55	22	21	65 x 100	65	7
40 x 60	24	19	65 x 115	74,75	6
40 x 70	28	16	65 x 130	84,50	5
40 x 85		13			
40 x 50	22,50	20			
45 x 55	24,75	18			
45 x 60	27	17			
45 x 70	31,50	14			
45 x 85	38,25	12			

Tabel IV – 6

Keperluan dempul kaca

Ukuran kaca cm²	Kg dempul	
	tiap 100 buah	tiap box
20 x 30 = 600	25,45	19
25 x 40 = 1000	34	15,45
30 x 60 = 1800	42,27	12,73
35 x 60 = 2100	45,45	11,82
35 x 70 = 2450	56,82	11
40 x 55 = 2200	52,27	11
40 x 85 = 3400	70,45	9
50 x 70 = 3500	68,18	8,86
50 x 100 = 5000	84	7,50
60 x 95 = 5700	72,73	7,95
60 x 115 = 6900	97,73	6,82

Tenaga buruh :

Keperluan jam kerja buruh berbeda-beda menurut keadaan setempat. Pada tabel IV – 7 disajikan perkiraan keprluan jam kerja buruh untuk pekerjaan pemasangan kaca.

Tabel IV – 7

Jam kerja yang diperlukan :

Ukuran kaca cm²	Lembar kaca per jam	Jam kerja per 100 lembar kaca
25 x 40	12 – 17	6 – 8
30 x 45	11 – 17	6 – 9
35 x 50	10 – 14	7 – 10
40 x 55	9 – 12	8 – 11
60 x 85	4 – 6	18 – 27
85 x 115	3 – 5	22 – 30

Pemasangan kaca dapat juga dihitung berdasarkan setiap luas 10 m² seperti terlihat pada tabel IV – 8 dibawah :

Tabel IV – 8

Jam kerja yang diperlukan setiap luas kaca 10 m²

Ukuran kaca cm²	m²/jam	jam/10 m²
– kecil, 1395 cm² atau lebih kecil	1,3 – 2,3	4,32 – 7,56
– Sedang, 1395 – 3716 cm²	1,7 – 3	3,24 – 5,94
– Besar, Lebih dari 3716 cm²	2 – 3,7	2,7 – 4,86

Pemasangan kaca kadang-kadang dilakukan oleh tukang cat.

Alat-alat yang diperlukan :

Biaya peralatan untuk pemasangan kaca biasanya kecil. Alat-alat yang diperlukan ialah : steger, tangga, pisau dempul, dan alat pemotong kaca. Steger dan tangga biasanya sudah tersedia dari pekerjaan terdahulu.

Biaya tidak terduga dan keuntungan :

Biasa diambil antara 10% – 15% bila didasarkan atas upah buruh saja, sedang bila didasarkan atas jumlah bahan dan upah diambil 7 – 15%.

Contoh :

Hitunglah biaya pemasangan kaca bila diketahui dari gambar dan spesifikasi sebagai berikut :

Ukuran kaca (cm²)	lembar kaca	m²
25 x 40	250	25
30 x 45	300	40,5
35 x 50	672	117,6
50 x 55	154	42,35

Kaca yang dipakai tebal 3 mm = Rp. 4.500,–/m². Dempul 1 kg @ Rp. 750,–/kg. Upah buruh tukang kaca Rp. 400,–/Jam sudah termasuk pajak upah dan asuransi.

Jawab :

Bahan-bahan :

1. Banyaknya bahan kaca yang dibeli ditambah 5% untuk mengatasi yang pecah-pecah :

   25 m² + 5% = 26,25 m²
   40,5 m² + 5% = 42,53 m²
   117,6 m² + 5% = 123,48 m²
   42,35 m² + 5% = 44,47 m²

   Jumlah = 236,73 m² @ Rp. 4.500,– = Rp. 1.065.285,–

2. Dempul kaca : (tabel IV – 6 : diinterpolasi)

$$\frac{25}{0,25 \times 0,40 \times 100} = 85 \text{ kg}$$

$$\frac{40,5}{0,3 \times 0,45 \times 100} \times (34 + \frac{750}{850} \times 8,27) \text{ kg} = 108,72 \text{ kg}$$

$$\frac{117,6}{0,35 \times 0,50 \times 100} \times (34 + \frac{750}{800} \times 8,27) \text{ kg} = 280,58 \text{ Kg}$$

$$\frac{42,35}{0,5 \times 0,55 \times 100} \times (52,27 + \frac{500}{1200} \times 18,18) \text{ kg} = 93,32 \text{ kg}$$

Jumlah = 567,62 kg
@ Rp. 750,– = Rp. 425.718,–

Upah buruh : (tabel III – 7)

25 cm x 40 cm; 7 jam tiap 100 lembar,

$$\frac{250}{100} \times 7 \text{ jam} = 17,50 \text{ jam}$$

30 cm x 45 cm; 7,5 jam tiap 100 lembar,

$$\frac{300}{100} \times 7,5 \text{ jam} = 22,50 \text{ jam}$$

35 cm x 50 cm; 8,5 jam tiap 100 lembar

$$\frac{672}{100} \times 8,5 \text{ jam} = 57,12 \text{ jam}$$

50cm x 55 cm; 10 jam tiap 100 lembar,

$$\frac{154}{100} \times 10 \text{ jam} = 15,40 \text{ jam}$$

Jumlah jam kerja = 112,52 ~ 113 jam

Upah buruh : 113 jam x Rp. 400,–/jam = Rp. 45.200,–

Jadi biaya seluruhnya :

Bahan-bahan Rp. 1.065.285,– + Rp. 425.718,–	=	Rp. 1.491.003,–
Upah buruh	=	Rp. 45.200,–
Alat-alat taksir	=	Rp. 25.000,–
Jumlah I	=	Rp. 1.561.203,–
Biaya tidak terduga 10% x I	=	Rp. 156.120,–
Jumlah II	=	Rp. 1.717.323,–
Keuntungan 10% x II	=	Rp. 171.732,–
Jumlah seluruhnya	=	Rp. 1.889.055,–

BAB V

RANGKA DINDING, PAPAN & KAWAT KASA DENGAN PLESTERAN, PLESTERAN BIASA DAN DINDING SIAP PASANG

A. Rangka dinding & ikatan plesteran (lathing)

Jenis dinding ini meskipun masih termasuk jarang digunakan di Indonesia, namun sekarang sudah mulai banyak dipakai karena sifat-sifatnya yang khusus yaitu : tipis jadi tidak banyak mengurangi luas ruangan, ringan dan cepat pemasangannya dan harganya relatip bersaing bila dipakai bahan penutup (wall board) yang murah harganya. Banyak dipakai pada gedung-gedung bertingkat karena ringannya dan pada rumah-rumah yang kecil karena tipisnya.

Yang diceritakan pada pasal ini ialah kerangkanya saja sedang pemasangan bahan penutupnya atau plesterannya diterangkan pada pasal-pasal berikutnya. Lihat gambar V – 1(a), V – 1 (b), V – 1 (c).

Bahan–bahan :

Rangka kayu :

Ukuran yang umum terdapat ialah 1,00 cm tebal x 4,00 cm lebar dengan panjang 1,20 m. Kayu-kayu ini biasa dipasang dengan jarak 1,00 cm satu sama lain.
Dijual dalam ikatan 50 bilah sampai 1000 bilah. Pemasangan dilakukan dengan paku. Jenis ini jarang dipakai orang.

Papan plester (plaster board) :

Terbuat dari gypsum atau kapur dengan rumus $CaSo_4 \cdot 2\ H_2O$.
Terdapat dengan bermacam-macam ukuran. Dibuat permukaannya rata seperti papan atau berlubang-lubang.
Ukuran tebalnya 0,64 cm, 0,95 cm, 1,27 cm dengan lebar 45 cm, 60 cm, 80 cm, 120 cm dan panjang dari 0,60 m sampai 3,60 m.
Lebar dan panjangnya harus dipilih yang cocok buat jarak-jarak rangkanya sehingga tidak usah dilakukan pemotongan-pemotongan terlalu banyak dan cocok dengan jarak pemakuan dengan jarak paku 30 cm sampai 40 cm. Ukuran plester board harus dapat dipasang dan diangkat oleh satu orang. Beratnya sekitar 3 – 14 kg tiap m^2 tergantung tebal tipisnya. Pada saat membeli bahan harus ditambahkan untuk kehilangan-kehilangan akibat pemotongan sekitar 5 – 15% tapi bukan kehilangan karena pencurian.
Paku yang dipergunakan ialah paku terbenam penuh (finishing nails) diperlukan ±0,08 kg – 0,10 kg tiap luas 1 m^2 bila jarak paku terpasang 40 cm, untuk jarak paku 30 cm diperlukan sekitar 0,11 kg – 0,13 kg tiap m^2.

Kawat kasa rangka plesteran (metal lath) :

Dapat juga dipakai sebagai dinding ruangan arsip tanpa diplester atau tulangan betonan selain dipakai sebagai tulangan dinding plester. Kawat kasa ini biasanya sudah dicat, dilapis aspal atau digalvani. Yang banyak dipakai yang digalvani dan yang dicat. Yang biasa dipakai mempunyai bentuk anyaman seperti jajaran genjang kecil beraturan (diamond mesh) yang dipergunakan dengan rangka kayu atau kerangka besi dan balok-balok.
Ada juga yang sudah diberi kerangka sendiri, jadi waktu dipasang tidak perlu dibuatkan lagi rangka-rangkanya untuk bidang-bidang datar.
Pemasangan pada sambungan ditumpangkan, karena itu waktu menghitung luas permukaan harus ditambah sebagai berikut :

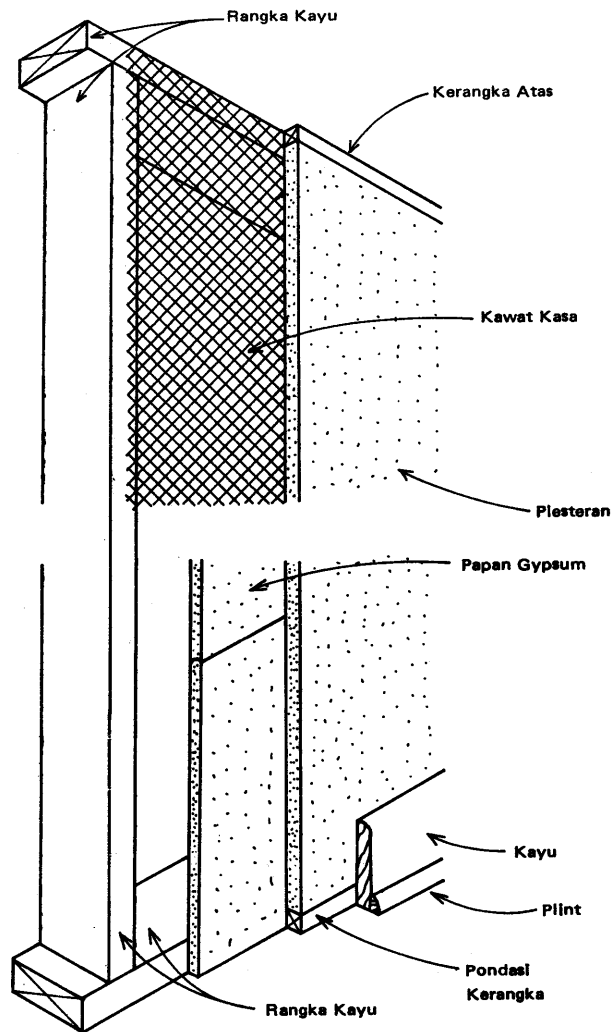
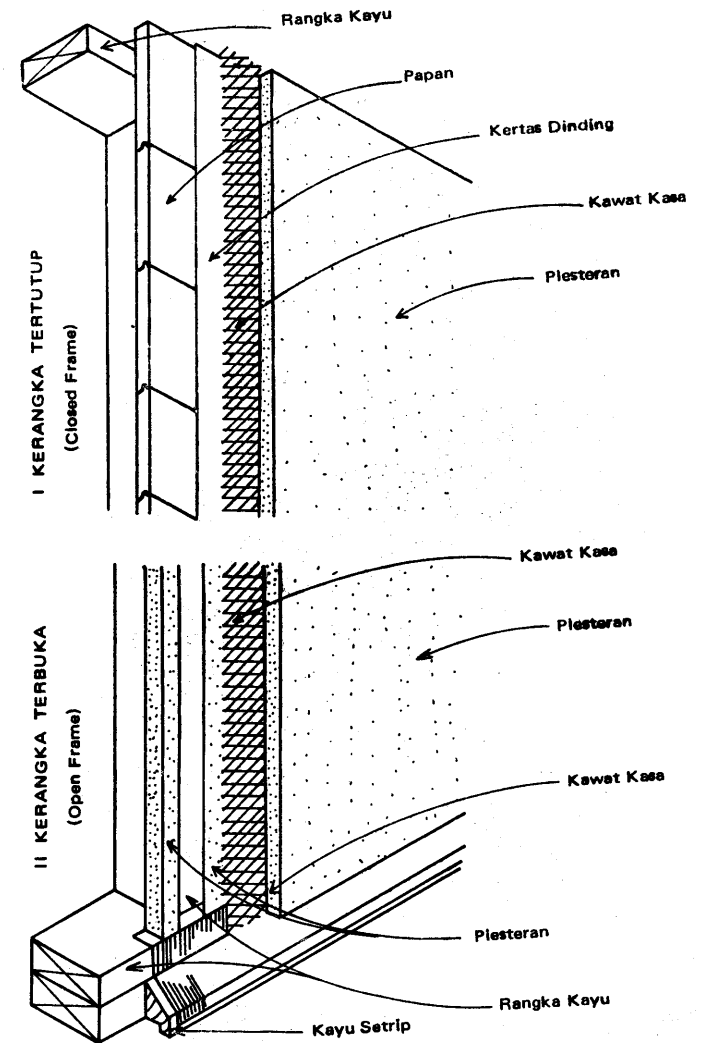
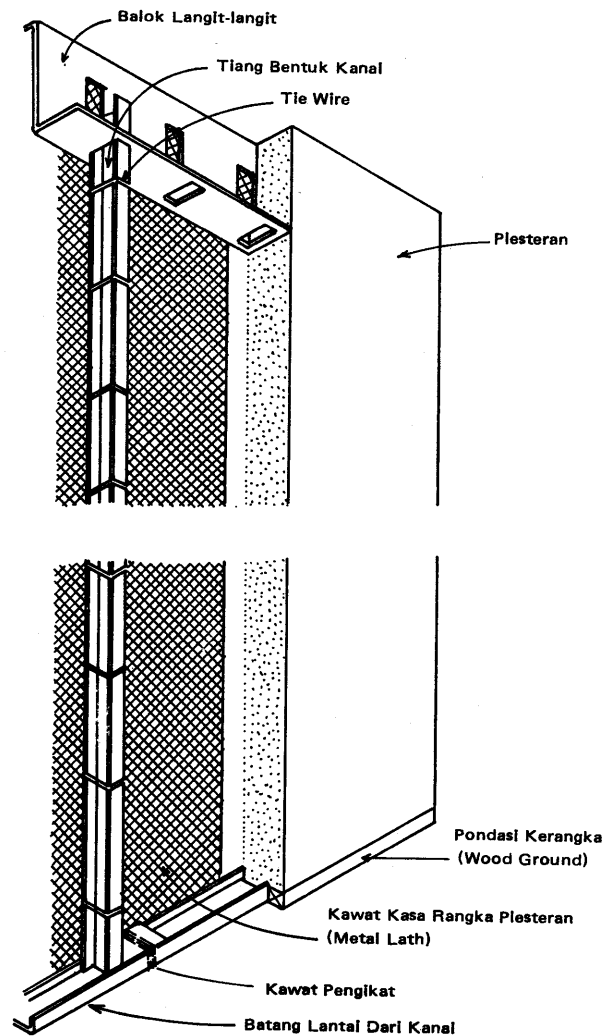
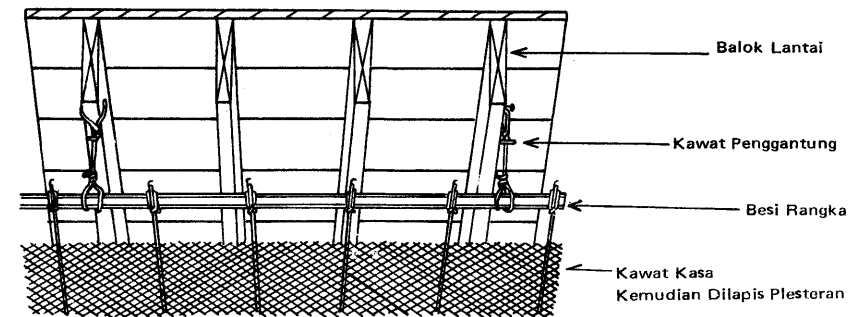
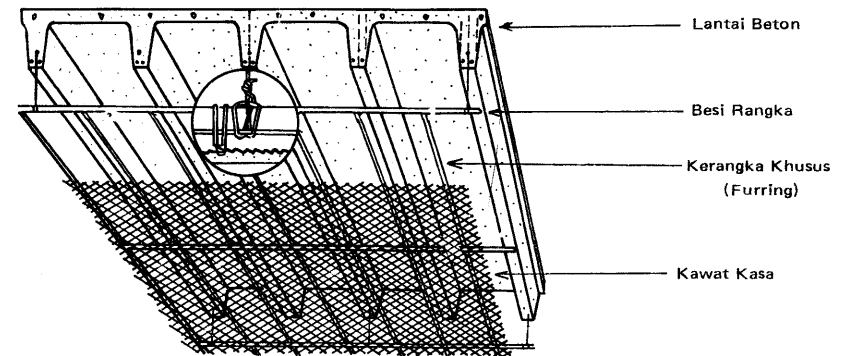
– Untuk permukaan datar ditambah 8% – 10%
– Untuk balok-balok, tiang-tiang penguat dinding ditambah 12% – 16%
– Pelindung tembok dari air hujan, tonjolan berukir (cornices) 20% – 25%
– Bentuk kubah ditambah 25% – 30%

Pemasangan kawat kasa ini selain dengan rangka kayu dapat juga dengan rangka besi, pada kerangka kayu biasanya diperlukan paku atau staple sebanyak ½ kg untuk luas bidang 12,50 m^2 sampai 16,50 m^2. Paku yang dipergunakan mempunyai kepala yang lebar dan pipih dan diameter sekitar 1,27 cm dengan panjang paku 2,50 cm. Paku dipasang dengan jarak 15 cm, kadang-kadang pada sambungan tumpang diikat dengan kawat galvani No. 18 GA dengan jarak 15 cm – 20 cm.
Kawat kasa yang lebih berat dipergunakan untuk plesteran dinding luar pada tembok-tembok, terbuat dari kawat galvani yang dianyam dengan ukuran 0,90 m lebar x 50 m panjang.
Panjang kawat kasa biasa kurang lebih 2,40 m sedang lebarnya terdapat dalam bermacam-macam ukuran.
Untuk pekerjaan lapisan diding luar hendaknya dipergunakan lapisan kertas khusus, yang dipasang antara rangka kayu atau lapisan penutup tembok dengan kawat kasa. Bila terdapat lapisan penutup (sheathing) pada tembok, biasanya tembok ditutup dengan kawat galvani No. 18 GA. direntangkan dengan jarak 15 cm satu sama lain sebagai kerangka lapisan kertas.

Kerangka khusus (furring) :

Terbuat dari kayu atau besi atau aluminium, dipasang biasanya pada dinding batu bata atau dinding beton atau langit-langit beton. Dari kayu berukuran 2,5 cm x 5 cm dipasang dengan jarak 30 cm sampai 40 cm satu sama lain. Baik panel-panel kayu ataupun kawat kasa plesteran dapat dipasang pada kerangka khusus ini. Yang dari logam berbentuk besi U atau L berukuran sisi 1,91 cm (¾") dipasang dengan sekrup kesisi tembok atau balok-balok khusus untuk itu. Lihat gambar V – 2.

Pondasi kerangka (grounds)

Biasanya pada bagian bawah dipasang pondasi kerangka yang diletakkan di lantai terbuat dari kayu dengan lebar 2,50 cm, 5 cm atau 7,5 cm tergantung dari tebal dinding yang direncanakan. Pada tabel V – 1 dibawah disajikan tebal pondasi rangka yang biasa dipakai. Lihat gambar V – 1 (c)

GAMBAR V – 1(a)
DINDING PEMISAH DENGAN RANGKA KAYU
KAWAT KASA dan PAPAN GYPSUM

GAMBAR V – 1(b)
JENIS LAIN DARI DINDING PEMISAH
I. KERANGKA TERTUTUP DARI PAPAN
II. KERANGKA TERBUKA KAWAT KASA
DIPLESTER PADA KEDUA SISINYA.

GAMBAR V – 1(c) DINDING PEMISAH DARI RANGKA ALUMINIUM. KAWAT KASA dan PLESTERAN

LANGIT-LANGIT DIBAWAH LANTAI KAYU

LANGIT-LANGIT DIBAWAH LANTAI BETON

GAMBAR V – 2 LANGIT-LANGIT DENGAN KERANGKA KHUSUS (FURRING)

Tabel V – 1

Jenis kerangka dinding/langit-langit	Lapis plesteran	Pondasi kerangka cm
Kayu	2	1,59, 1,91, 2,22 (5/8", 3/4", 7/8")
	3	1,91, 2,22, 2,54 (3/4", 7/8", 1")
Kawat kasa	3	1,59, 1,91, (5/8", 3/4")
Batu bata dan	2	1,59 (5/8")
Jubin bata	3	1,59, 1,91 (5/8", 3/4")
Papan plester	2	1,59 sampai 2,54 (5/8" – 1")
(plaster board)	3	1,91 sampai 3,18 (3/4" – 1¼")

Pondasi kerangka ini selain untuk dudukan dinding juga sebagai mal dari tebal plesteran dinding dan jangkar dari kawat kasa dan papan-papan plester. Les-les sudut khusus kadang-kadang diperlukan untuk pinggiran dinding agar sambungan tidak terlihat dan nampak lebih indah.

Tenaga Buruh :

Pekerjaan ini biasa dipasang oleh buruh khusus yang diberi pendidikan khusus sebelum pemasangan.
Banyak jam kerja pada bidang-bidang lengkung biasanya 2 kali daripada untuk bidang rata.
Pada tabel V – 2, V – 3 dan V – 4 disajikan keperluan tenaga buruh untuk pemasangan plester board, kawat kasa, kerangka khusus dan pondasi kerangka.

Tabel V – 2

Jarak pemasangan paku, cm	Jam kerja per 100 m^2	m^2/jam
30	6,46 – 11,88	8,36 – 14,86
40	5,40 – 9,72	10,22 – 16,72

Alat-alat :

Steger-steger kayu dan scaffolding hampir selalu dipergunakan. Selain alat-alat tangan biasa dipergunakan alat pembuat lobang pada logam tipis dan alat pembengkok.
Biaya tidak terduga dan keuntungan-keuntungan biasanya diambil 10% – 25% dari upah buruh atau 5% – 12% dari jumlah bahan dan upah-upah.

Tabel V – 3

Jam kerja buruh yang diperlukan untuk pekerjaan kasa kawat plesteran (Metal Lath)

Jenis pekerjaan	m²/jam		Jam/100 m²	
	Jarak paku 30 cm	Jarak paku 40 cm	Jarak paku 30 cm	Jarak paku 40 cm
A – Pada rangka kayu, atau lapisan dasar papan :	8,40 – 12	10,80 – 15,60	12 – 18	9,60 – 13,20
– Dinding-dinding dan dinding pemisah	8,40 – 12	10,80 – 15,60	12 – 18	9,60 – 13,20
– Tiang-tiang	3,60 – 4,80	4,80 – 6	28,80 – 38,40	24 – 30
– Langit-langit datar	6 – 10,80	9,60 – 14,40	12 – 21,60	9,60 – 14,40
– Langit-langit, planel, lengkung busur, lengkung	6 – 8,40	7,20 – 12	16,80 – 24	12 – 19,20
– Balok-balok penyangga	3,60 – 4,80	4,80 – 6	28,80 – 38 40	21,60 – 31,20
– Les-les lengkung dan kornis (cornices)	3,60 – 6	4,80 – 8,40	25,20 – 36	18 – 28,80
– Kornis yang berukir	3,60 – 4,80	3,60 – 6	30 – 42	24 – 36
– Lapisan tembok luar	13,20 – 20,40	16,80 – 24	7,20 – 10,80	6 – 8,40
B – Pada rangka besi atau aluminium :				
– Dinding-dinding & dinding pemisah	6 – 12	9,60 – 13,20	12 – 21,60	10,80 – 15,60
– Tiang-tiang	3,60 – 4,80	3,60 – 6	30 – 42	24 – 36
– Langit-langit datar	6 – 9,60	8,40 – 12	14,40 – 24	12 – 18
– Langit-langit panel & lengkung	4,80 – 8,40	6 – 9,60	18 – 28,80	14,40 – 21,60
– Balok-balok penyangga	3,60 – 4,80	4,80 – 6	28,80 – 38,40	24 – 30
– Les-les lengkung dan kornis	3,60 – 6	4,80 – 8,40	26,40 – 36	18 – 28,80
– Kornis yang berukir	3,60 – 4,80	3,60 – 6	30 – 42	24 – 36

Tabel V – 4

Jam kerja buruh yang diperlukan untuk pekerjaan rangka khusus dan pondasi kerangka

Jenis pekerjaan	Jam/30 m	Jam/50 kg metal	Jam per 100 m²	
			Jarak paku 30 cm	Jarak paku 40 cm
– Kerangka khusus kayu pada diding kayu	1,02 – 1,63		10,80 – 21,60	8,40 – 16,80
– Kerangka khusus kayu pada tembok bata & jubin bata	1,53 – 3,06		19,20 – 42	14,40 – 30
– Kerangka khusus metal (bentuk U 3/4" (19,1 mm)	1,53 – 3,06	3,30 – 6,60	19,20 – 42	14,40 – 30
– Kerangka khusus metal dengan ikatan dan batang-batang	3,06 – 5,10	8,80 – 13,20	42 – 66	30 – 48
– Pondasi kerangka	1,53 – 4,08			
– Les-les sudut dari metal (metal corner beads)	3,06 – 5,10			
– Penguatan dengan tulangan pada sudut dengan metal	2,04 – 3,57			

Contoh :

Hitunglah perkiraan biaya untuk pemasangan :
1. Papan plesteran (plaster board)
2. Kawat kasa plesteran.

Untuk bagian bawah bangunan bila dari gambar diketahui sebagai berikut :

Ruang tamu :
3,60 m x 6 m, tinggi 2,55 m
2 jendela ukuran 1,5 m x 2,40 m
2 jendela ukuran 0,90 m x 1,50 m
1 pintu ukuran 1,50 m x 2,10 m

Ruang makan :
3,60 m x 4,20 m, tinggi 2,55 m
1 jendela ukuran 1,50 m x 2,40 m
1 pintu ukuran 1,50 m x 2,10 m
1 pintu ukuran 0,90 m x 2,10 m

Dapur :
3 m x 3,60 m, tinggi 2,55 m
1 jendela ukuran 1,50 m x 1,50 m
2 pintu ukuran 0,90 m x 2,10 m

Ruang keluarga :
2,40 m x 3 m, tinggi 2,55 m
2 pintu ukuran 1,50 m x 2,10 m
1 pintu luar ukuran 1,00 x 2,10 m
1 pintu gudang ukuran 0,75 m x 2,10 m

Gudang :
1,20 m x 1,20 m, tinggi 2,55 m
1 pintu ukuran 0,75 m x 2,10 m

Harga bahan-bahan :
Papan plester, gypsum tebal 1,27 cm @ Rp. 600 ,–/m²
Kawat kasa plesteran, 1,2 kg/m², dicat @ Rp. 700,–/m²
Tulangan sudut-sudut dari metal @ Rp. 200,–/m
Paku @ Rp. 500,–/kg.

Upah buruh :

Upah tukang plester Rp. 400,–/jam, tukang kayu Rp. 400,–/jam.
Pondasi kerangka dipasang oleh tukang kayu.
Kerangka dari kayu, paku dipasang dengan jarak 40 cm.
Tulangan sudut dipasang pada semua sudut papan plesteran.
Alat-alat tangan ditaksir Rp. 15.000,–

Jawab :

Perhitungan luas, m² :

	Dinding	Langit-langit	Lobang-lobang	Luas bersih
ruang tamu	48,96	21,60	13,05	57,51
ruang makan	39,78	15,12	8,64	46,26
dapur	33,66	10,80	6,03	38,43
ruang keluarga	27,54	7,20	9,98	24,76
gudang	12,24	1,44	1,58	12,10
			Jumlah =	179,06 m²
			~	180 m²

1. Papan plester gypsum (plaster board) = 180 m²

Bahan-bahan :
– 180 m² + 10% @ Rp. 600,–/m² = Rp. 118.800,–
– paku 0,10 Kg x 180 m² @ Rp. 500,–/kg = Rp. 9.000,–
– tulangan sudut-sudut 127,2 m ~ 128 m
= Rp. 200,–/m² = Rp. 25.600,–
Jumlah = Rp. 153.400,–

Upah (lihat tabel V – 2) :
Diambil 6,5 jam kerja tiap luas 100 m² plaster board
2,5 jam kerja tiap 30 m penulangan sudut-sudut

jam kerja = $\frac{180}{100}$ x 6,5 + $\frac{128}{30}$ x 2,5 = 11,70 + 10,67 = 22,37 jam
~ 23 jam

jadi upah = 23 jam x Rp. 400,– = Rp. 9.200,–

2. Dengan kawat kasa plesteran = 180 m²

Bahan-bahan :
– 180 + 12% kehilangan-kehilangan
= Rp. 700,–/m² = Rp. 141.120,–
– Paku ½ kg/12,5 m² : $\frac{180}{12,5}$ x $\frac{1}{2}$kg = 7,20 kg
@ Rp. 500,–/kg = Rp. 3.600,–
Jumlah = Rp. 144.720,–

Upah : diambil 8 jam kerja tiap 100 m² kawat kasa jadi :

upah = $\frac{180}{100}$ x 8 = 14,4 jam ~ 15 jam

@ Rp. 400,– = Rp. 6.000,–

Jadi biaya seluruhnya :

Uraian	papan plester gypsum	Kawat kasa plesteran
Bahan	Rp. 153.400,–	Rp. 144.720,–
Upah	Rp. 9.200,–	Rp. 6.000,–
Alat ditaksir	Rp. 15.000,–	Rp. 15.000,–
Jumlah I	Rp. 177.600,–	Rp. 165.720,–
Biaya tak terduga 10%	Rp. 17.760,–	Rp. 16.572,–
Jumlah II	Rp. 195.360,–	Rp. 182.292,–
Keuntungan 10%	Rp. 19.536,–	Rp. 18.229,–
Jumlah seluruhnya	Rp. 214.896,–	Rp. 200.521,–

B. Plesteran :

Pekerjaan ini biasanya diukur dengan satuan luas, yaitu m². Plesteran dapat dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian luar (exterior) dan bagian dalam (interior). Bahan perekat yang dipakai untuk pekerjaan ini yaitu : kapur & gypsum, untuk bagian luar biasa dipakai semen atau bahan yang disebut magnesite. Plesteran bila dipasang pada kawat kasa (lath) dipasang 3 lapis, lapis pertama melekat pada kawat kasa, lapis kedua kemudian lapis akhir yang dihaluskan. Bila plesteran dipasang pada permukaan bata, lantai atau papan plesteran (plaster board) dipasang 2 lapis.

Bahan-bahan :

Plesteran bagian dalam :

Untuk pemasangan plester pada papan plesteran (plaster board) atau kasa plesteran (metal lath) yang biasa dipasang 3 lapis, maka lapisan awal harus dapat mengisi dengan rata ruang-ruang kosong antara kawat kasa, tebalnya sekitar 0,16 cm sampai 0,30 cm. Sedang bila pada papan plesteran, plesteran awal tebalnya 0,30 cm – 0,64 cm. Untuk tembok bata atau lantai lapis awal tebalnya 0,64 cm, lapisan kedua dipasang setebal 0,60 cm kemudian lapisan akhir biasa tebalnya 0,30 cm.

Kadang-kadang dipakai juga papan plesteran yang berlubang-lubang. Pada perhitungan volume plesteran pada kawat kasa volume kasa tidak diperhitungkan.

Pada tabel V – 5 disajikan volume plesteran untuk bermacam-macam ketebalan untuk suatu satuan luas.

Sedang pada tabel V – 6 disajikan volume plesteran yang diperlukan untuk suatu satuan luas bila plesteran dipasang pada kawat kasa plesteran dan pada papan plesteran yang berlubang-lubang.

Tabel V – 5

Volume plesteran yang diperlukan untuk macam-macam ketebalan seluas 100 m²

Ketebalan Plesteran cm	0,16	0,32	0,48	0,64	0,79	0,95	1,27	1,59	1,91	2,22	2,54
m³ Plesteran	0,17	0,34	0,50	0,68	0,85	1,02	1,35	1,7	2,04	2,38	2,72

Tabel V – 6

Volume plesteran yang dipasang pada kasa pengikat seluas 100 m²

Jenis kasa atau papan pengikat plesteran	Ukuran tebal cm	Plesteran m³	Keterangan
– Papan berlubang-lubang (plaster board lath perforated)	0,64 (1/ 4") 0,95 (3/ 4") 1,27 (1/ 2")	0,11 0,13 0,14	Papan berlubang-lubang dan kawat kasa dipakai sebagai lapisan dasar diding buatan agar plesteran dapat melekat
– Kawat kasa (metal lath)	0,48 (3/16") 0,64 (1/ 4") 0,79 (5/16") 0,95 (3/ 8")	0,50 0,68 0,85 1,02	

Tabel berikutnya V – 7 menyajikan keperluan bahan-bahan untuk bermacam-macam campuran plesteran. Campuran plesteran yang umum dipakai ialah perbandingan 1:3, sedang campuran 1;2 dipakai bila dikehendaki lebih kuat dan lebih kedap air.

Plesteran sebelah luar atau stucco :

Ada 3 jenis yang biasa dipergunakan yaitu : kapur, portland semen dan magnesite. Jenis kapur biasanya kurang baik untuk daerah sangat dingin sedang magnesite kurang baik untuk daerah dengan cuaca yang basah.

Jenis campuran plesteran adalah sebagai berikut :

1. **Plesteran kapur** : terdiri dari kapur tembok (Hydrated lime) dengan semen. Kadang-kadang dicampur dengan bahan lain untuk mempercepat pengeringan atau warna.
2. **Plesteran semen** : Terdiri dari portland semen dan pasir kadang-kadang diberi kapur tembok sedikit dan bahan-bahan lain.
3. **Plesteran magnesite** : Terdiri dari magnesium oxide (batu magnesite), semen dan kadang-kadang bahan lain seperti serat asbes, zat warna, kerikil, dan lain-lain. Biasanya sudah tercampur kering didalam kantong tinggal pakai.

Tabel V – 7

Keperluan bahan untuk pembuatan plesteran tiap m^3

Jenis plesteran	Perbandingan campuran berat	Bahan-bahan	Banyaknya tiap m^3	Keterangan
Campuran kapur untuk lapis dasar dan lapis kedua	1:2	kapur tembok serat asbes pasir	654 kg – 715 kg * 1.310 kg – 1.429 kg	*secukupnya berdasarkan pengalaman
	1:3	kapur tembok serat asbes pasir	476 kg – 536 kg * 1.429 kg – 1.608 kg	
Campuran gypsum untuk lapis dasar dan lapis kedua	1:2	Gypsum pasir	654 kg – 715 kg 1.310 kg – 1.429 kg	gypsum = $CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$
	1:3	Gypsum pasir	476 kg – 536 kg 1.429 kg – 1.608 kg	
Plesteran akhir putih	2:1	kapur tembok halus	655 kg – 715 kg	plaster of Paris = $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$
		plester of Paris	328 kg – 417 kg	biasa dipakai cetakan atau tulang patah (gips)
Plesteran akhir gypsum, dengan pasir	1:2	Gypsum pasir	654 kg – 715 kg 1.310 kg – 1.429 kg	

Plesteran luar ini jarang lebih tipis dari 0,64 cm (¼"). Pada tabel V – 8 disajikan keperluan plesteran.

Tabel V – 8

Keperluan plesteran luar untuk luas 100 m^2 dengan tebal 0,64 cm

Jenis plesteran	Campuran berat	Bahan-bahan	Banyaknya bahan untuk tebal 0,64 cm luas 100 m^2
Campuran kapur	1 : 2	Kapur Pasir	435 kg – 491 kg 873 kg – 982 kg
	1 : 3	Kapur Pasir	327 kg – 366 kg 982 kg – 1.091 kg
Campuran portland semen	1 : 2	Semen Kapur Pasir	491 kg – 546 kg 44 kg – 55 kg 982 kg – 1.091 kg
	1 : 3	Semen Kapur Pasir	327 kg – 366 kg 33 kg – 50 kg 982 kg – 1.091 kg
Plesteran magnesite (Kellastone atau Rock bound)	–	Sudah dicampur kering, siap pakai	818 kg – 982 kg

Campuran plesteran luar ini kadang-kadang dicampur dengan manik-manik atau kerikil bundar atau zat warna, untuk memberi keindahan kepada lapisan tembok.
Plesteran dapat dipasang langsung pada permukaan batu, bata, atau beton, tapi adakalanya dipasang agak berjauhan dari tembok dengan menggunakan kawat kasa pengikat plesteran (metal lath furring).
Plesteran kapur biasa dipasang 2 atau 3 lapis dengan tebal 0,64 cm. Masing-masing campuran 1:3 umum dipakai tetapi untuk lapisan akhir biasa dipakai campuran 1:2.
Demikian pula plesteran semen dipasang 2 atau 3 lapisan dengan tebal minimum 0,64 cm dengan campuran 1:3 dan lapisan akhir 1:2.
Campuran plesteran magnesite biasa dipasang 2 lapis dengan tebal 0,64 cm. Permukaan plesteran kadang-kadang dipasang dengan cara dilempar atau disapu sehingga memberikan permukaan yang khusus.

Tenaga buruh :

Tenaga buruh yang diperlukan sangat berlainan, karena banyaknya jenis plesteran ini baik jenis bahan campuran, cara melapiskannya ataupun keahlian seseorang pekerja.
Pada umumnya untuk pekerjaan lapis dasar dan lapis kedua, 2 orang tukang plester memerlukan 1 orang pembantu yang menyediakan adukannya.
Untuk pekerjaan-pekerjaan khusus, seperti permukaan akhir yang diberi lekuk-lekuk khusus jumlah pembantu biasanya 1/3 atau 2/3 dari jumlah tukang plester. Jam kerja ini tentunya harus termasuk pemasangan steger-steger sederhana. Bila steger khusus pemasangan seperti untuk langit-langit yang sangat tinggi, maka pekerjaan steger ini dihitung tersendiri untuk mendirikan dan membongkarnya.
Pada tabel V – 9 disajikan keperluan jam kerja untuk bermacam-macam plesteran luar dan dalam.
Jam kerja untuk menyelesaikan pekerjaan plesteran tiap satuan luas akan berlainan, apakah itu permukaan kawat kasa, papan plesteran atau plesteran biasa, demikian juga jenis permukaannya apakah halus, kasar, rata, berlekuk, tebal atau tipis. Dimasukkan dalam jam kerja pada tabel V – 9 pemasangan steger sederhana yang telah tersedia.

Alat-alat :

Alat yang diperlukan ialah steger-steger, tempat adukan, alat tangan untuk mengaduk, mesin pengaduk, papan tempat plesteran dan sendok plester. Diperlukan juga alat mengangkat bila pekerjaan ini dilakukan pada gedung bertingkat. Tentunya biaya alat-alat termasuk sewa alat pengaduk, sewa alat pengangkutnya sewa alat angkat (hoist), dan sebagainya.

Biaya tidak terduga dan keuntungan :

Bila terhadap upah saja diambil sekitar 10% – 25%, bila terhadap jumlah upah dan harga bahan diambil sekitar 5% – 15%.

Contoh I :

Hitunglah perkiraan biaya untuk memasang plesteran sebagai berikut :
Dari spesifikasi dan gambar diketahui :
– luas papan plesteran (plaster board) = 185 m^2
– luas kawat kasa plesteran = 185 m^2

Plesteran akan diaduk dengan mesin mixer dengan sewa Rp. 500,– per jam dipakai atau tidak dipakai.
Plesteran pada kawat kasa akan mencapai tebal 1,92 cm dengan 3 kali lapisan.
Plesteran pada papan plesteran yang tebalnya 1,27 cm akan mencapai tebal 0,54 cm dengan 2 kali lapisan.
Plesteran terdiri dari campuran 1:2 campuran gypsum dengan pasir. Untuk lapisan dasar dan lapisan kedua, dan untuk lapisan akhir dipakai campuran yang sama dengan pasir yang lebih halus.
Harga kapur tembok Rp. 7.500,–/m³, pasir pasang Rp. 3.000,–/m³, ditempat. Air dibeli dengan harga Rp. 100,–/m³
Upah tukang plester Rp. 400,–/jam, pembantu tukang Rp. 150,–/jam sudah termasuk pajak upah dan asuransi.

Jawab :

lihat tabel V – 5, V – 6, V – 7

a. Plesteran pada papan plesteran yang tebalnya 1,27 cm :

Bahan-bahan :

lapisan dasar tebal 0,95 cm jadi volume $= \frac{185}{100} \times 0{,}13\ m^3$

$= 0{,}24\ m^3$

lapisan akhir tebal 0,32 cm jadi volume $= \frac{185}{100} \times 0{,}34\ m^3$

$= 0{,}63\ m^3$

Jumlah $= 0{,}87\ m^3$

Kapur tembok $= \frac{0{,}87}{1} \times 715\ kg = 622\ kg,\ \frac{622\ kg}{642\ kg/m^3} = 0{,}97\ m3$

Pasir $= \frac{0{,}87}{1} \times 1429\ kg = 1243\ kg,\ \frac{1243\ kg}{1200\ kg/m^3} = 1{,}04\ m^3$

Jadi harga kapur	= 0,97 m³ @ Rp. 7.500,–/m³	=	Rp. 7.500,–
harga pasir	= 1,04 m³ @ Rp. 3.000,–/m³	=	Rp. 3.000,–
Air dari PAM		=	Rp. 200,–
	Jumlah	=	Rp. 10.700,–

Upah buruh : lihat tabel V – 9

Diambil 6 jam untuk lapis dasar dan 8 jam untuk lapis akhir bagi luas 100 m²

Upah tukang $= (6 + 8) \frac{185}{100} \times$ Rp. 400,– = Rp. 10.360,–

Upah pembantu diambil

50% x $(6 + 8) \frac{185}{100} \times$ Rp. 150,– = Rp. 1.942,50

Jumlah = Rp. 12.302,50

b. Plesteran pada kasa kawat :

Bahan-bahan :

Lapis dasar tebal 0,95 cm, jadi volume $= \frac{185}{100} \times 1{,}02\ m^3$

$= 1{,}89\ m^3$

Lapis kedua tebal 0,64 cm, jadi volume $= \frac{185}{100} \times 0{,}68\ m^3$

$= 1{,}26\ m^3$

Lapis akhir tebal 0,32cm, jadi volume $= \frac{185}{100} \times 0{,}34\ m^3$

$= 0{,}63\ m^3$

Jumlah $= 3{,}78\ m^3$

Banyaknya kapur tembok $= \frac{3{,}78}{1} \times 715\ kg = 2703\ kg$

$\frac{2703}{642} = 4{,}21\ m^3$

pasir $= \frac{3{,}78}{1} \times 14{,}28\ kg = 5402\ kg, \frac{5402}{1200} = 4{,}50\ m^3$

Jadi harga kapur 4,21 m³ ~ 4,50 m³ @ Rp. 7.500,–	=	Rp. 33.750,–
harga pasir 4,50 m³ @ Rp. 3.000,–	=	Rp. 13.500,–
Air dari PAM	=	Rp. 400,–
Jumlah	=	Rp. 47.650,–

Upah buruh :

Diambil 6 jam untuk lapis dasar dan kedua, dan 8 jam lapis akhir bagi luas 100 m²

Upah tukang plester = $(6 + 6 + 8) \frac{185}{100}$ x Rp. 400,–

= Rp. 14.800,–

Upah pembantu diambil 50% x $(6 + 6 + 8) \times \frac{185}{100}$ x Rp. 150,–

= Rp. 2.775,–

Jumlah = Rp. 17.575,–

Jadi biaya seluruhnya :

Bahan-bahan : Rp. 10.700,– + Rp. 47.600,– = Rp. 58.350,–

Upah : Rp. 12.302,50 + Rp. 17.575,– = Rp. 29.877,50

Alat-alat : Rp. 500,– x 63 jam = Rp. 31.500,–

Jumlah = Rp. 119.727,50

Biaya tidak terduga 10% = Rp. 11.972,70

Jumlah = Rp. 131.700,20

Keuntungan 10% = Rp. 13.170,–

Jumlah semua = Rp. 144.870,20

dibulatkan = Rp. 144.870,–

Tabel V – 9

Jam kerja buruh yang diperlukan untuk pekerjaan plesteran

Jenis pekerjaan	m^2/jam per Orang	jam kerja per 100 m^2
Plesteran dalam (interior)		
– Lapisan dasar dan lapisan kedua, tiap lapis :		
Permukaan rata	16,8 – 30	4,8 – 8,4
Permukaan tidak rata (bergerigi)	9,6 – 19,2	7,2 – 14,4
– Lapisan akhir tiap lapis :		
Permukaan rata diatas lapisan rata	16,8 – 30	4,8 – 8,4
Permukaan rata diatas bidang tidak rata	9,6 – 19,2	7,2 – 14,4
Di permukaan panel-panel	4,8 – 9,6	14,4 – 25
Di permukaan balok-balok	6 – 12	12 – 24
Bidang ornamental	3,6 – 8,4	16,8 – 39,6
– Plesteran berbentuk jubin (m/jam dan jam per 30 m)	4,5 – 10 m	2,95 – 6,86 jam/30 m
Plesteran luar dan plesteran tembok (stucco) di atas bidang rata		
– Campuran portland semen atau kapur :		
Lapis dasar	16,8 – 30	4,8 – 8,4
Lapisan kedua	16,8 – 30	4,8 – 8,4
Lapisan akhir	14,4 – 24	6 – 9,6
– Magnesite dipermukaan tembok :		
Lapisan dasar	14,4 – 24	6 – 9,6
Lapisan akhir	12 – 24	6 – 12
– Permukaan khusus, plesteran lempar, plesteran dengan campuran kerikil bundar	7,2 – 10,8	13,2 – 20,4

* Jam kerja pembantu tukang diambil 40% – 75% dari tabel di atas.

Contoh 2 :

Hitunglah perkiraan biaya untuk plesteran dinding luar dari sebuah bangunan berukuran 7,5 m x 24 m dengan tinggi 3,30 m sampai ujung atap yang jaraknya dari tembok 0,60 m. Jarak o,60 m dibawah ujung atap ditutup sampai tembok dengan kerangka yang diberi lapisan kawat kasa plesteran dan kemudian diplester.
Pada spesifikasi kontrak dijelaskan bahwa bagian luar dari tembok dan bagian bawah ujung atap sampai tembok dilapis dengan kawat galvani (No. 18 gauge) yang berjarak satu sama lain 15 cm dipasang sampai tegang. Kawat-kawat kemudian ditutup dengan kertas aspal dan kemudian dilapis dengan kawat kasa plesteran gauge No. 17 dengan anyaman 48 mm. Plesteran dipasang 3 lapisan. Lapisan tebalnya tidak kurang dari 6,4 mm (¼").
Campuran untuk plesteran dasar dan lapis kedua 1 semen : 2 pasir. Agar mudah dikerjakan maka kapur tembok dicampurkan sebanyak 10% dari berat semen.

Jawab :

Harga bahan-bahan :
Kawat galvani Ga No. 18, Rp. 1.200,–/ gulung, panjangnya 300 m
Kertas aspal, Rp. 2.800,–/gulung, satu gulung = 30 m²
paku @ Rp. 500,–/kg
Kawat kasa plesteran Ga No. 17, ukuran 0,90 m x 50 m
@ Rp. 12.000,–/ per gulung.
Portland semen @ Rp. 2.500,–/zak
Kapur tembok @ Rp. 7.500,–/m³ (B.D. 642 kg/m³)
Pasir @ Rp. 3.500,–/m³
zat pewarna untuk lapisan akhir Rp. 15.000,–
Air bersih Rp. 100,–/m³
Upah buruh :
Upah tukang pasang kerangka Rp. 400,–/jam
Upah tukang plesteran Rp. 400,–/jam
Upah pembantu tukang Rp. 150,–/jam
Sudah termasuk pajak upah dan asuransi.
Alat-alat yang diperlukan :
bisteger, mesin pengaduk plesteran dengan sewa Rp. 1.000,–/jam bila dipergunakan. Diketahui pada tembok terdapat 2 pintu dan 11 jendela dengan luas 24 m²
Jadi :

– luas dinding luar = 2 (7,5 + 24) x 3,30 m² = 207,9 m²
– luas bidang antara ujung atap dengan tembok luar
  = 2 (7,54 + 24) x 0,6 + 4 x 0,6 x 0,6 = 37,8 m²
– Jadi luas bidang yang akan dilapisi :
  207,9 m² + 37,8 m² – 24 m² = 221,70 m²
– Pemasangan kerangka lapisan plester :
  Bahan-bahan :
  kawat 7 m tiap m², 7 x $\frac{221,7}{300}$ = 5,17 ~ 6 gulung
  @ Rp. 1.200,– = Rp. 7.200,–
  Paku untuk ujung-ujung kawat 3 kg @ Rp. 500,–/kg = Rp. 1.500 –
  Kertas aspal $\frac{221,70}{30}$ = 7,39 ~ 8 gulung @ Rp. 2.800,– = Rp. 22.400,–
  Paku untuk kertas aspal 4 kg @ Rp. 500,–/kg = Rp. 2.000,–
  Kawat kasa plesteran = $\frac{221,70}{45}$ = 5 gulung @ Rp. 12.000,– = Rp. 60.000,–
  Paku untuk kawat kasa 4 kg @ Rp. 500,–/kg = Rp. 2.000,–
  Jumlah = Rp. 95.100,–

  Buruh :
  Memasang kawat 2 jam setiap 100 m² :
  $\frac{221,7}{100}$ x 2 = 4,43 ~ 4,50 jam
  Memasang kertas aspal 5 jam setiap 100 m² :
  $\frac{221,7}{100}$ x 5 = 11jam
  Memasang kawat kasa 6 jam setiap 100 m² :
  $\frac{221,7}{100}$ x 6 = 13,3 jam (lihat tabel)
  Jumlah = 28,8 jam
  Jadi upah buruh 28,8 jam x Rp. 400,– = Rp. 11.520,–
– Pemasangan plesteran :
  Bahan-bahan : lihat tabel V – 8
  Lapis pertama dan lapis kedua tebal 0,64 cm, 1:3

Untuk 100 m^2 :	Untuk 221,7 m^2 :	
semen 366 kg	Semen : $\frac{221,7}{100}$ x 366 kg	= 812 kg
pasir 1.091 kg	Pasir : $\frac{221,7}{100}$ x 1.091 kg	= 2.419 kg
kapur 36,6 kg (10%)	Kapur : $\frac{221,7}{100}$ x 36,6 kg	= 81 kg

Lapisan akhir tebal 0,64 cm, 1:2 :

Untuk 100 m^2	Untuk 221,7 m^2	
Semen 546 kg	Semen : 2,217 x 546	= 1.211 kg
Pasir 1.091 kg	Pasir : 2,217 x 1.091	= 2.419 kg
Kapur 54,6 kg (10%)	Kapur : 0,546 x 221,7	= 121 kg

Jadi harga bahan :

Semen = $\frac{(812 + 1211)}{45 \text{ kg}}$ kg = 44,95 zak @ Rp. 2.500,–

= Rp. 112.500,–

Pasir = $\frac{(2419 + 2419) \text{ kg}}{1200 \text{ kg/m}^3}$ = 4,03 ~ 4 m^3 @ Rp. 3.500,–

= Rp. 14.000,–

Kapur = $\frac{(81 + 121) \text{ kg}}{642 \text{ kg/m}^3}$ = 0,31 ~ 1/3 m^3 @ Rp. 7.510,–

= Rp. 2.500,–

Jumlah = Rp. 129.000,–

Buruh :
Kelompok kerja terdiri dari 2 orang tukang plester dan 1 orang pembantu.
Lapisan dasar 6 jam/100 m^2 (lihat tabel V – 9)
Lapisan kedua 6 jam/100 m^2
Lapisan akhir 8 jam/100 m^2
Jadi jam kerja yang diperlukan : $\frac{221,7}{100}$ x 6 jam x 2 = 26,60 jam

$\frac{221,7}{100}$ x 8 jam = 17,74 jam

jumlah = 44,34 jam
~ 45 jam

Jam kerja pembantu tukang 50% x 45 jam = 22,5 jam
Jadi upah = 45 x Rp. 400,– + 22,5 x Rp. 150,– = Rp. 21.375,–
Jadi biaya seluruhnya sebagai berikut :

Bahan-bahan Rp. 95.100,– + Rp. 129.000,–	=	Rp. 224.100,–
Upah Rp. 11.520,– + Rp. 21.375,–	=	Rp. 32.895,–
Zat warna	=	Rp. 15.000,–
Air bersih	=	Rp. 1.000,–
Jumlah I	=	Rp. 272.995,–
Biaya tidak terduga 10%	=	Rp. 27.299,50
Jumlah II	=	Rp. 300.294,50
Keuntungan 10%	=	Rp. 30.029,45
Jumlah seluruhnya	=	Rp. 330,323,95
dibulatkan	=	Rp. 330.324,–

C. Konstruksi dinding siap pakai (drywall construction) :

Pada saat ini pemakaian jenis dinding ini mulai populer, karena cepat pemasangannya dan relatif lebih murah serta ringan pula sehingga sangat baik dipakai untuk dinding-dinding pemisah pada gedung-gedung bertingkat.
Biasa dihitung dengan m^2, untuk pemasangan les dihitung dengan m, perekat dengan kg, tape dengan m, paku-paku dan clips dengan kg. Konstruksi jenis ini dipakai untuk dinding luar (exterior wall) maupun dinding dalam (interior wall).
Biaya tergantung dari jenis bahan, jenis permukaan akhir dan cara pemasangan.

Bahan-bahan :

Terdapat berbagai jenis seperti : dinding gypsum, kayu lapis, bubuk kayu dengan perekat, dinding corkboard) dan lain-lain.

Dinding gypsum (gypsum wallboard) :

Terdapat dengan berbagai jenis permukaan, sedang sisi-sisinya ada yang disambung dengan lidah dan alur, jenis sambungan miring dan lain-lain, sedang tebalnya dari 0,64 cm (¼") sampai 1,91 cm (¾").
Dinding jenis ini dapat dipasang dengan paku pada rangka kayu atau pada dinding lama, dengan staple, dengan perekat dan dengan clip.

Dinding dengan tebal 0,64 cm (¼") sampai 0,95 cm (3/8") cocok untuk membuat lapisan pada dinding plesteran yang sudah tua. Tape dan pasta diperlukan untuk sambungan-sambungannya.

Dinding kayu lapis (wood panels) :

Banyak sekali terdapat di pasaran, dengan bermacam-macam permukaan, tebal mulai dari ¼" (0,64 cm) sampai 1,92 cm (¾"). Ujungnya disambung dengan sambungan miring atau lidah dan alur. Ukurannya biasanya 1,20 m lebar dengan panjang mulai dari 1,80 m sampai 5,00 m.
Dapat dipasang dengan paku pada rangka kayu dengan perekat maupun dengan clip.

Jubin dinding (wall tiles) :

Dibuat dengan jenis-jenis seperti : peredam suara (acoustic tile), non acoustical (tidak meredam suara), berlubang-lubang, dan lain-lain.
Dipakai untuk dinding, langit-langit dan lapisan-lapisan khusus. Tebal yang umum 1,27 cm (½") dengan ukuran 30 cm x 30 cm, 40 cm x 40 cm, 30 cm x 60 cm dan kadang-kadang lebih besar. Juga dipasang dengan paku, perekat, clip, staple atau semen.
Bahan-bahan pemasangan yang diperlukan :
- les-les untuk paku ukuran 2 cm x 10 cm
- paku khusus
- staple
- clip
- perekat
- bahan pengisi sambungan untuk dinding gypsum :
  semen pengisi sambungan
  vinyl ready mix.

Biasanya untuk suatu jenis dinding sudah disediakan lengkap peralatannya dan keterangan cara-cara pasangnya.

Tenaga buruh :

Pekerjaan ini biasanya dilakukan oleh buruh ahli yang dikursus terlebih dahulu cara-cara pemasangannya.
Pada tabel berikut disajikan keperluan buruh untuk pemasangan dinding siap pasang.

Tabel V–10

Keperluan jam kerja buruh

Jenis dinding	jam/10 m²	jam tiap 100 m²
– Papan gypsum (gypsum wall-board)		
Dinding-dinding	1,4 – 2,48	14 – 24,8
Langit-langit	1,84 – 3,24	18,4 – 32,4
Sambungan-sambungan	0,76 – 1,30	7,6 – 13
– Panel-panel kayu lapis dan lain-lain	1,94 – 6,48	19,4 – 64,8
– Jubin dinding (tile walls) :		
ukuran kecil (40 cm x 40 cm dan lebih kecil)	2,16 – 3,78	21,6 – 37,8
ukuran besar (lebih besar dari 40 cm x 40 cm)	1,62 – 3,24	16,2 – 32,4
– Jubin langit-langit (tile ceilings) :		
ukuran kecil	2,7 – 4,32	27 – 43,2
ukuran besar	2,16 – 3,78	21,6 – 37,8
– Memaku les-les lebar 0,75 – 1 cm panjang 100 m	3,05 – 6,71	–

Alat-alat :

Alat-alat yang dipergunakan : steger-steger dan alat-alat tangan. Bila pekerjaan cukup besar dipergunakan juga gergaji listrik stapler listrik, bor listrik dan lain-lain.

Keuntungan dan biaya tidak terduga :

Bila didasarkan atas jumlah upah buruh diambil 10% – 25%, bila berdasarkan jumlah biaya bahan dan upah biasa diambil 5% – 15%.

Contoh :

Hitunglah biaya untuk pemasangan dinding siap pasang dengan panel-panel kayu lapis tebal 1,27 cm (½") pada dinding-dinding dan langit-langit ruangan bangunan, dimana rangka kayu sudah tersedia, tinggal memaku saja, jaraknya 40 cm masing-masing.

Luas dinding = 127 m²
Luas langit-langit = 58 m²
Jumlah = 185 m²

Harga panel kayu lapis ukuran 1,20 m x 2,40 m
@ Rp. 5.500,–/lembar.
Paku 1 kg @ Rp. 500,–
Upah buruh tukang kayu Rp. 400,–/jam.

Jawab :

Bahan-bahan :

Panel kayu lapis = $\frac{185 \text{ m}^2}{1,2 \times 2,4 \text{ m}^2} \times 1,12 = 71,49 \sim 72$ lembar

@ Rp. 5.500,–	= Rp. 396.000,–
Paku ditaksir 5 kg @ Rp. 500,–	= Rp. 2.500,–
	= Rp. 398.500,–

Buruh :

Diperlukan untuk 100 m² – 19,4 jam (tabel V – 10)

Jadi : $\frac{185}{100} \times 19,4 = 35,89 \sim 36$ jam @ Rp. 400,–

= Rp. 14.400,–

Jadi biaya seluruhnya :

Bahan-bahan	Rp. 398.500,–
Upah	kp. 14.400,–
Alat-alat ditaksir	Rp. 10.000,–
Jumlah	Kp. 422.900,–
Overhead 10%	Rp. 42.290,–
Jumlah	Rp. 465.190,–
Keuntungan 10%	Rp. 46.519,–
Jumlah seluruhnya	Rp. 511.709,–

BAB VI

INSTALASI PENDINGIN RUANGAN DAN PENGATUR UDARA (AIR CONDITIONING)

Pendingin ruangan sekarang ini sudah umum dipakai di Indonesia, terutama di kantor-kantor di daerah yang termasuk berudara panas. Udara sejuk di ruangan bukan saja nyaman tetapi juga dapat mempengaruhi manusia baik psikis maupun fisik dan dapat menaikkan prestasi kerja. Selain untuk manusia, ruangan sejuk sangat diperlukan untuk peralatan elektronik dan komputer-komputer. Jadi alat pendingin dan pengatur udara ini sudah merupakan keharusan bagi kantor-kantor yang modern. Sudah barang tentu pemasangan alat pemgaturan dan pendingin udara ini harus dikerjakan oleh ahlinya yang khusus yang biasa bekerja sebagai subkontraktor, namun sebagai kontraktor induk yang mempunyai kontrak secara keseluruhan, paling tidak harus mengetahui cara pemasangannya dan berapa biayanya kira-kira, sehingga dengan demikian dapat melakukan kontrol dengan baik.

A. Sistim pendingin udara (Air cooling system) : lihat gambar VI – 1, VI – 2.

Diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Unit pendingin kompak (Unit coolers) :

   a. Pendinginan dengan air (water cooled) :

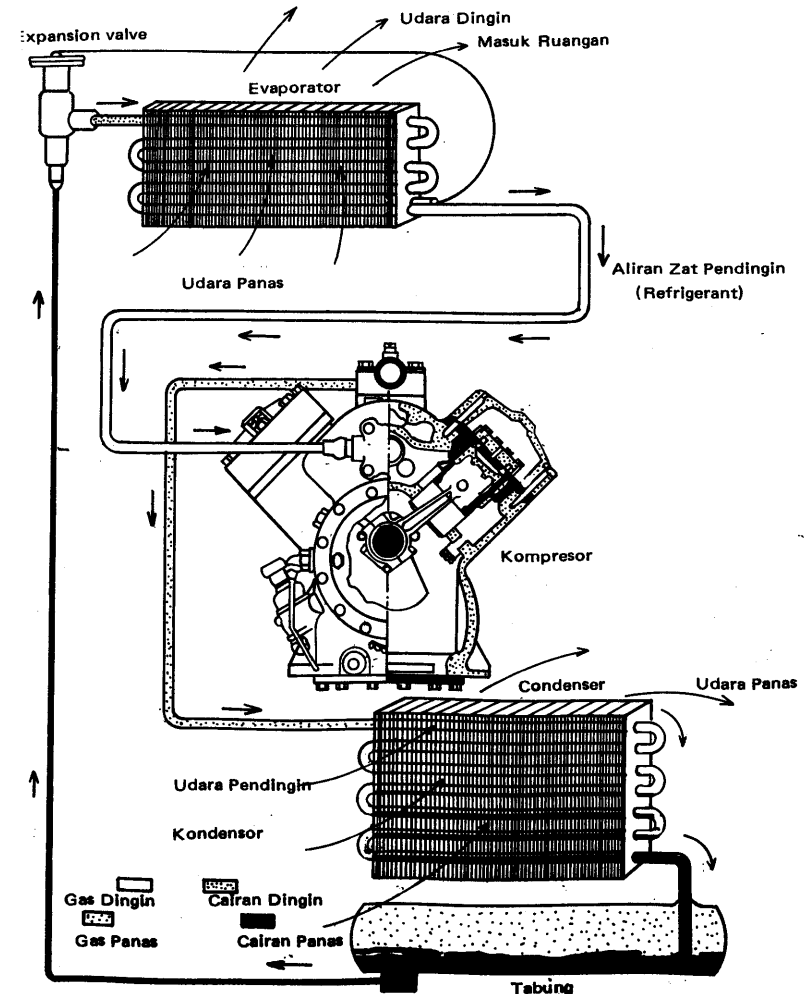
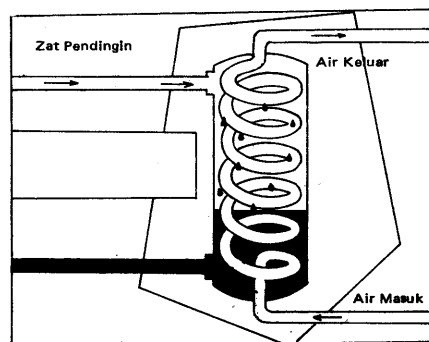
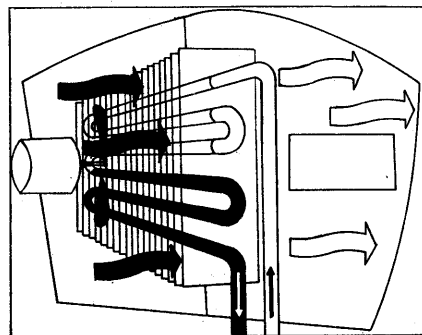
   Air dingin mengalir dalam pipa dari tempat pendinginan air. Zat pendingin dilewatkan menyentuh pipa-pipa (coil) yang dingin sehingga menjadi dingin dan cair sebelum masuk ke pipa asal dan mendinginkan aliran udara kembali. Alat ini pada ruangan bentuknya kecil (portable), disetel dengan tangan cocok untuk satu ruangan.

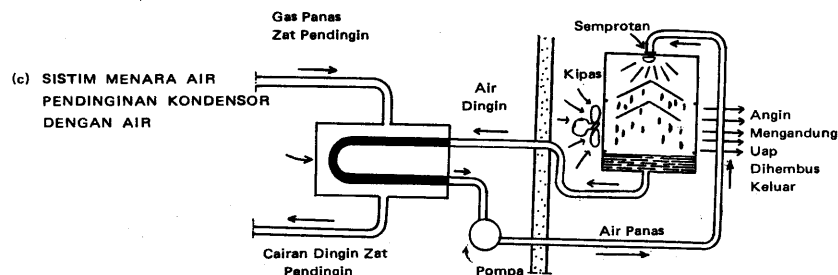
   b. Pendinginan dengan zat pendingin (refrigerant) atau disebut refrigeration cooled. Zat pendingin ini dipompa dengan kompressor, bila menjadi uap akan banyak menghisap panas pada saat mengalir dalam pipa-pipa kecil (coil) dan mendinginkan udara, zat pendingin kemudian ditekan masuk ke kondensor, muatan panasnya dibuang dengan kipas angin dan dicairkan kembali. Jadi pendingin dilakukan dengan kipas angin atau dengan udara. Jenis ini banyak dipakai, karena bentuknya yang kompak biasa dipasang pada dinding atau jendela-jendela.

   Mempunyai kapasitas bermacam-macam dari 12.000 BTU sampai 26.000 BTU setiap jamnya. BTU adalah satuan panas Inggris, British Thermal Unit, ialah banyaknya panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 fahrenheit bagi air sebanyak 1 pound (0,4356 kg).

2. Instalasi pendingin terpusat, berukuran kecil (small control systems) :

   Mempunyai kapasitas sampai 100.000 BTH (H= hour atau jam). Untuk jenis ini diperlukan saluran penyalur udara dingin ke ruangan-ruangan dan kipas angin untuk mendorongnya agar angin dingin mengalir melalui pipa-pipa atau saluran ke ruangan yang diingini. Pipa atau saluran terbuat dari lembaran baja digalvani yang dibentuk bundar dengan diameter 20 cm – 30 cm atau bentuk persegi. Besarnya saluran tergantung dari perhitungan. Biasanya lobang-lobang udara dingin (diffusers) ditempatkan dilangit-langit karena sifat udara dingin yang lebih berat akan turun ke bawah. Temperatur di ruangan diatur dengan alat thermostat, jadi bila suhu nyaman atau suhu yang diinginkan telah tercapai, maka alat pendingin secara otomatis akan berhenti dan akan jalan kembali bila suhu

sudah naik lagi. Jenis ini dapat memakai pendingin dengan air dingin atau dengan udara. Dipakai jenis pendingin ini di rumah-rumah atau di kantor-kantor berukuran sedang.

GAMBAR VI – 1 : SKEMA SISTIM PENDINGINAN UDARA

(a) PENDINGINAN KONDENSOR DENGAN AIR (WATER COOLED)

(b) PENDINGINAN KONDENSOR DENGAN UDARA (AIR COOLED)

(c) SISTIM MENARA AIR PENDINGINAN KONDENSOR DENGAN AIR

GAMBAR VI – 2 : SKEMA SISTIM PENDINGINAN ZAT PENDINGIN (PEFRIGERANT)

3. Instalasi pendingin terpusat berukuran besar :

   Mempunyai kapasitas sampai 300.000 BTUH. Dipakai untuk gedung-gedung besar, temperatur dikontrol dengan thermostat. Jenis alat pendingin ini dapat jenis pendingin dengan air atau dengan refrigerant dan kipas angin dan dikombinasikan dengan sistim pengaturan udara.

B. Sistim pengaturan udara (Air conditioning Systems) :

Secara lengkap pengaturan udara adalah sebagai berikut :

1. Pengaturan temperatur (dengan termostat) termasuk pengaturan kelembaban (dengan humidifier) dan aliran udara (dengan kipas angin)
2. Ventilasi, pemasukan udara dan pembagiannya

3. Pembersihan, membersihkan udara dari debu, bakteri-bakteri, bau yang tak sedap, gas-gas berbahaya dan sebagainya (dengan filter-filter)

Sistem pengaturan udara ini dapat merupakan instalasi terpusat atau merupakan unit-unit kecil tersendiri. Jadi suatu sistim pengaturan udara dan pendingin ruangan yang lengkap akan dapat bekerja, mendinginkan, mengatur ventilasi, membersihkan atau menyaring udara dan mengatur kelembaban serta membersihkan gas-gas berbahaya.

A. Sistim pendinginan udara :

Biasanya biaya dinyatakan dengan unit cost per m^2 atau per m^3 ruangan. Keperluan enersi pendinginan dinyatakan dengan BTUH dan keperluan untuk ruangan berapa BTUH tergantung dari banyak hal sebagai berikut :

1. Jenis dinding, tembok, kayu atau jenis lain.
2. Banyaknya jendela dan pintu
3. Apakah ruangan memakai isolasi
4. Apakah sinar matahari langsung masuk ruangan
5. beberapa jumlah orang yang bekerja di ruangan itu.
6. Jenis lantai apakah dari jubin atau pelat beton atau dengan karpet dan sebagainya.

Dan masih banyak lagi hal-hal yang mempengaruhi hal-hal tersebut di atas. Satuan lain yang kadang-kadang dipakai ialah banyaknya enersi untuk membekukan air sebanyak satu ton dalam tempo 1 jam. Besaran ini sama dengan 12.000 BTU per jam (BTUH).

Pada tabel VI – 1 dibawah disajikan perkiraan keperluan kapasitas pendingin untuk mendinginkan ruangan-sebesar satu meter kubik dalam BTUH.

Tabel VI – 1

Perbedaan suhu diluar dan di dalam ruangan ^{0}Celsius	Isolasi dan pengaturan udara		
	sangat baik BTUH	sedang BTUH	buruk BTUH
5^0 – 5,5 ^{0}C	53 – 70,62	70,62 – 105,94	105,94 – 176,57
8^0 – 8,35^0 C	70,62 – 88,28	88,28 – 123,59	123,59 – 211,87
11^0 – 11,10^0 C	88,28 – 105,94	105,94 – 158,91	141,25 – 247,19
13^0 – 13,85^0 C	105,94 – 176,57	141,25 – 247,19	176,57 – 317,83

Panas badan manusia sekitar $36^0 - 37^0$ C, akan merasa nyaman apabila suhu udara panasnya sekitar $22{,}22^0$ C sampai $26{,}67^0$ C, sebagai perbandingan kota Bandung pada saat panas-panasnya bersuhu 29^0 C sudah terasa menyengat apalagi di Jakarta yang suhunya lebih dari 30^0 C.

Perlu diketahui bahwa suhu diatas terasa nyaman apabila kelembaban relatif sekitar 45% – 50%. Kelembaban 50% berarti udara mengandung 50% uap air dari uap jenuh yang dapat dikandungnya pada suhu tersebut.

Contoh :

Panas suhu udara maximum 29 °C. Ruangan berukuran 10 m panjang x 4 m lebar dengan tinggi langit-langit 3 m harus dipasang AC agar nyaman udaranya berapa kapasitas AC yang diperlukan secara kasar, apabila ruangan tidak diisolasi dan pengaturan udara buruk.

Jawab :

Suhu yang dikehendaki 24 °C. Perbedaan suhu 29 °C – 24 ° C = 5 °C.
Lihat tabel VI – 1. Jadi kapasitas AC yang diperlukan :
176,57 BTU x 10 m x 4 m x 3 m = 21.188,4 BTU.
Jadi AC yang dipilih yang berkapasitas sekitar 20.000 BTU/jam. Tinggallah sekarang kita memilih AC yang sesuai dengan sistim listrik yang ada misalnya : sumber listrik dari PLN : AC 110 V atau 220 Volt, Frequency : 50 Hz

Besarnya aliran udara :

Menghitung besarnya BTUH saja yang dibutuhkan tidaklah cukup apabila angin harus dialirkan melalui saluran-saluran angin ke ruangan-ruangan. Jadi harus dihitung besarnya aliran angin yang digerakkan oleh kipas atau kipas centrifugal dan berapa besarnya aliran itu dalam CFM (cubicfeet per minute) atau dalam m^3 per menit yang sesuai dengan keperluan BTU nya.

Perhitungan aliran angin secara sederhana adalah sebagai berikut :

1. $$\text{CFM} = \frac{\text{BTU / jam/setiap ruangan}}{1{,}08 \times (\text{perbedaan suhu antara udara masuk ruangan dan suhu ruangan dalam Fahrenheit})} \quad \text{-- (I)}$$

   1 CFM = 472 cm^3 per detik

$$t\,^0F = \frac{5}{9}\,(t - 32^0)\ \text{Celcius}$$

Contoh :

Diperlukan oleh suatu ruangan 7000 BTU/jam sedang perbedaan suhu udara masuk dan suhu udara ruangan = 50 °F

$$\text{Jadi CFM} = \frac{7000}{1{,}08 \times 50} = 129 \text{ CFM atau } 129 \times 472 = 60888 \text{ cm}^3\text{/detik}$$

2. Perhitungan cara lain yang juga sering dipakai untuk menentukan tiupan angin ialah :

   $$\text{CFM setiap ruangan @ } \frac{\text{BTU/ruangan}}{20} \text{ -------------------- (II)}$$

   $$\text{Jumlah total CFM} = \frac{\text{total BTU}}{30} \text{ ------------------------ (III)}$$

Contoh diatas dihitung dengan rumus (II) menjadi $\frac{7000}{20} = 350$ CFM

Terlihat hasilnya sangat berbeda, hal ini tentu disebabkan latar belakang pembuatan rumus-rumus itu berbeda-beda. Namun demikian perhitungan ini hanya untuk perhitungan kasar saja, bila data lain tidak diketahui, jadi sebaiknya pemakaiannya berhati-hati.

Kecepatan aliran angin :

a. Kecepatan aliran angin di dalam saluran-saluran tentunya tidak boleh terlalu cepat ataupun terlalu lambat, sebab bila terlalu cepat akan mengganggu kenyamanan orang yang berada di ruangan ber AC tersebut dan suaranya akan berisik, sedang bila terlalu lambat aliran tidak akan sampai ke ujung saluran pada ruangan yang letaknya terjauh karena terjadinya tahanan gesekan di dalam saluran.

   Kecepatan aliran yang dianjurkan sebabagai berikut :
   - Kecepatan pada saluran angin induk max 609 m/menit (2000fpm)
   - Kecepatan pada cabang-cabang saluran dianjurkan 183 m/menit (600 fpm) atau max. sampai 488 m/menit (1600 fpm)
   - Untuk lengkapnya lihat tabel VI – 2

b. Kecepatan angin di dalam ruangan hendaknya kurang dari 15,24 m/menit (50 fpm) antara lantai sampai ketinggian 1,50 m. Untuk menghindari ketidak nyamanan yang tidak diharapkan.

Tabel VI – 2

Kecepatan angin dingin maximum dalam fpm (feet per minute = 0,3048 m/menit) angin masuk dan angin keluar ruangan

Jenis peralatan/bangunan	Lubang masuk ruangan (outlet)	Lubang pengisap balik	Saluran induk penyalur	Saluran cabang penyalur	Saluran induk pengisap balik	Saluran cabang pengisap balik
Perumahan	500 – 750	500	1000	600	800	600
Hotel, Rumah Sakit Apartemen	500 – 750	500	1200	800	1000	800
Kantor-kantor khusus Gereja, Perpustakaan, Sekolah	500 – 1000	600	1500	1200	1200	1000
Kantor Umum, Restoran Bank-bank, Toserba	1200 – 1500	700	1700	1600	1500	1200
Cafetaria, Toko-toko biasa	1500	800	2000	1600	1500	1200

Sirkulasi udara :

Udara yang masuk ke dalam ruangan tertutup tentu akan menjadi panas kembali dan kadar O_2 akan berkurang sedang kadar CO_2 akan bertambah dari pernapasan manusia dan lain-lain. Tentunya udara ini harus dikeluarkan dan diperbaiki lagi keadaannya dengan menambahkan udara dari luar melalui saluran penghisap atau untuk sistim pendingin yang kecil cukup dengan melalui celah-celah jendela atau pintu (ventilasi). Setelah didinginkan kembali, disaring melalui filter dan ditambah kelembabannya bila perlu, maka angin segar dimasukkan kembali ke dalam ruangan melalui pipa-pipa atau saluran angin. Udara ventilasi ini hanyalah sebagian saja dari keperluan udara untuk pendingin.

Vantilasi :

Pada tabel VI – 3 disajikan keperluan tambahan angin dari luar untuk bermacam-macam keadaan ruangan (ventilasi)

Tabel VI – 3

Penggunaan	Asap rokok	CFM/orang yang dianjurkan	CFM/sqft luas lantai minimum
– Apartemen	ada	20	0,33
– Ruangan bank	kadang-kadang	10	–
– Tempat cukur	tak diabaikan	15	–
– Ruang rias	Kadang-kadang	10	–
– Bar	banyak	30	–
– Gudang	tidak ada	7,5	0,05
– Gudang obat	tak diabaikan	10	–
– Pabrik-pabrik	tidak ada	10	0,10
– Ruang mayat	tidak ada	10	–
– Rumah sakit, Ruangan khusus	tidak ada	30	0,33
– Rumah sakit zaal	tidak ada	20	–
– Kamar hotel	banyak	30	0,33
– Kamar konperensi	sangat banyak	50	1,25
– Kantor khusus	tidak ada	25	0,25
– Kantor umum	ada	15	–
– Restoran	tidak diabaikan	15	–
– Cafetaria	tidak diabaikan	12	–
– Bioskop, teater	tidak ada	7,5	–

Perhitungan keperluan angin yang diperlukan untuk setiap ton kapasitas pendinginan (1 ton = 12.000 BTU/jam) secara lebih teliti dapat dilihat pada tabel VI – 4 untuk bermacam-macam pemakaian ruangan dan juga prosentase aliran udara segar yang diperlukan dapat ditentukan (lihat contoh perhitungan no. 2, hal. 121, dengan menggunakan tabel VI – 3 dan VI – 4)

Tabel VI – 4

Keperluan aliran udara segar masuk yang diperlukan (CFM/ton), ventilasi

Penggunaan	Keadaan ruangan		Persentase udara segar masuk melalui AC			
	^0C	R_H	0%	10%	20%	30%
Kantor	23,89^0 25^0 25,56^0 26,67^0	50% 50% 45% 45%	620 670 560 540	520 550 455 450	430 460 375 370	350 370 320 320
Apartemen, Kamar Hotel	23,89^0 25^0	50% 50%	560 600	450 475	365 385	300 330
Musium, Bank Toserba Ruang umum hotel Perpustakaan	25,56^0 25,56^0 26,67^0 26,67^0	50% 55% 45% 50%	580 700 480 630	495 600 395 530	410 510 335 450	340 450 290 390
Ruang cukur, rias, toserba Toko pakaian Toko sepatu	25,56^0 25,56^0 26,67^0	50% 55% 50%	520 670 540	425 550 450	360 460 385	300 400 345
Toserba, Basement Rumah obat Restoran-restoran	25,56^0 25,56^0 26,67^0	55% 50% 50%	360 500 415	305 410 350	270 350 310	200 320 280
Auditorium, Theater	24,44^0 25,56^0 26,67^0	55% 55% 50%	420 440 330	350 370 290	300 320 260	270 290 220
Toserba	25,56^0	50%	490	400	340	290

Keterangan :

a. Harga CFM/ton adalah harga kapasitas pendinginan bukan kapasitas mesin AC.

b. Prosentase udara segar masuk melalui AC :

$$\frac{\ldots\ldots \text{ CFM udara segar masuk x } 100}{400 \text{ x } \ldots\ldots \text{ ton (kapasitas pendingin)}} = \ldots\ldots\ \% \quad \text{-----(IV)}$$

c. RH = Kelembaban relatip.

Infiltrasi :

Angin luar akan dapat masuk ke dalam ruangan ber AC melalui celah-celah jendela atau pintu. Infiltrasi ini besarnya dapat dihitung dengan cara pertukaran udara (air change method), yang cukup memuaskan bagi kantor-kantor biasa dan perumahan-perumahan. Pada tabel VI – 5 berikut disajikan faktor-faktor yang digunakan untuk menghitung infiltrasi udara.

Perlu sekali dijelaskan bahwa untuk AC berkapasitas kecil cukuplah penambahan udara segar (ventilasi) dari celah-celah jendela dan pintu. Sehingga tidak diperlukan pengisapan udara khusus untuk tambahannya. Udara masuk sebagai tambahan haruslah sekurang-sekurangnya banyaknya sama dengan angin yang akan masuk melalui celah-celah atau pintu terbuka (infiltrasi). Hal ini penting agar di dalam ruangan terdapat tekanan yang akan mencegah masuknya angin dari luar sehingga terjadi keseimbangan (balance) yang mengimbangi pengaruh udara infiltrasi terhadap beban pendinginan udara.

Tabel VI – 5

Infiltrasi Udara

Jenis ruang	Pertukaran udara (AC = Air Circulation) Tiap jam		
	Biasa	Jendela kedap udara	CFM
I. – Tidak ada jendela & pintu	0,3	0,15	
– Jalan masuk gedung (entrance hall)	1,2 – 1,8	0,6 – 0,9	
– Jalan masuk hotel (reception hall)	1,2	0,6	
– Kamar mandi	1,2	0,6	
II. Infiltrasi melalui jendela			
– Ruangan, 1 dinding luar	0,6	0,3	
– Ruangan, 2 dinding luar	0,9	0,45	
– Ruangan, 3 dinding luar	1,2	0,6	
– Ruangan, 4 dinding luar	1,2	0,6	
III. Infiltrasi melalui pintu-pintu, pintu pada satu dinding			
– Pintu jarang dibuka			60
– Pintu biasa dibuka tutup			50
– Pintu sering sekali dibuka			40
– Pintu otomatis lebar 1,20 m terbuka tertutup berayun (swinging)			100

Menghitung banyaknya udara masuk dipergunakan rumus sebagai berikut :

$$\frac{(\text{ H }) \text{ x } (\text{ L }) \text{ x } (\text{ W }) \text{ x } (\text{ AC })}{60} = \text{CFM} \text{ ----------------------(V)}$$

dimana :

H = tinggi ruangan dalam ft
L = panjang ruangan dalam ft
W = lebar ruangan dalam ft
AC = pertukaran udara tiap jam
dengan catatan : bahwa hasilnya dikalikan 50% bila rumus dipakai untuk seluruh bangunan karena infiltrasi hanya terjadi pada dinding yang menghadap arah angin

Contoh :

Sebuah ruangan berukuran 3 m (10') x 4,5 m (15') x 3,6 m (12'), 2 dinding berada di luar, mempunyai pintu yang berukuran tinggi 2,10 m dan lebar 0,80 m, jarang dibuka.
Jendela-jendela dipasang kedap air
Hitunglah besarnya infiltrasi udara masuk ruangan.

Jawab :

Lihat tabel VI – 5 diperoleh angka AC = 0,45

Jadi $\frac{10 \times 15 \times 12 \times 0{,}45}{60}$ = 13,5 CFM (infiltrasi melalui dinding)

Infiltrasi sesungguhnya hanya = 50% x 13,5 = 6,75 CFM
Dari tabel diperoleh angka 60 CFM bagi pintu yang jarang dibuka
Jadi jumlah infiltrasi = 6,75 + 60 = 66,75 CFM
Untuk menghitung biaya jelaslah sekarang menjadi mudah, karena telah diketahui semua data yang diperlukan untuk menghitung jenis & kapasitas AC dengan segala perlengkapannya.
Tabel-tabel berikut menyajikan ukuran-ukuran saluran angin dan alat alat pengatur udara masuk ruangan, dan keluar ruangan sesuai dengan besarnya aliran udara.

Tabel VI – 6

Pengatur udara masuk ruangan, dipasang dilangit-langit, bentuk bulat, siap pakai.

Besarnya aliran udara	100	120	140	160	180	200	220	240	CFM
Ukuran pengatur udara	15	20	20	20	20	25	25	25	cm

Catatan :
– 1 CFM (cubic feet per minute) = 472 cm^3/detik
– Lobang angin masuk, sebaiknya ditempatkan ditengah ruangan

Tabel VI – 7

Pengatur udara masuk ruangan, dipasang didinding, bentuk persegi, tinggal pakai.

Membias angin satu kali, dilengkapi beberapa penutup lubang dan pengatur volume udara yang masuk ruang			Membias arah angin dua kali, dilengkapi dengan : – Sudu-sudu penahan arus angin – Pengatur angin masuk ruangan.		
CFM	Ukuran (cm x cm)	Jarak semburan angin (m)	CFM	Ukuran (cm x cm)	Jarak semburan angin (m)
60	25 x 10	3	60	20 x 10	1,5 – 3
80	25 x 15	3,6	80	20 x 10	2,1 – 3,6
100	35 x 15	4,2	100	30 x 10	2,1 – 3,6
120	35 x 15	4,8	120	30 x 10	2,4 – 4,2
140	40 x 15	4,8	140	25 x 15	2,4 – 4,8
160	40 x 15	5,4	160	25 x 15	3 – 5,1
180	50 x 15	4,2	180	35 x 15	3 – 5,1
200	50 x 15	4,8	200	35 x 15	3 – 5,7
220	50 x 15	5,4	220	35 x 15	3,3 – 6
240	50 x 15	6	240	50 x 15	3,3 – 5,7
260	60 x 15	6	260	50 x 15	3,3 – 6
280	75 x 15	5,4	280	50 x 15	3,6 – 6,6
300	75 x 15	6	300	50 x 15	3,9 – 6,9

Tabel VI – 8

Ukuran pengatur lubang aliran balik, tinggal pakai

CFM	Ukuran pengatur lubang didinding (Grilles), cm x cm	Ukuran pengatur lubang aliran balik, dilantai
60 – 140	25 x 15	10 x 35
140 – 170	30 x 15	10 x 45 , 15 x 25
170 – 190	25 x 20	10 x 45 , 15 x 30
190 – 235	30 x 20	15 x 35
235 – 260	45 x 15	15 x 40 , 20 x 35
260 – 370	30 x 30	20 x 50
370 – 560	45 x 30	20 x 75
560 – 760	60 x 30	25 x 75 , 30 x 60
760 – 870	45 x 45	30 x 75
870 – 960	75 x 30	30 x 75
960 – 1170	60 x 45	35 x 75
1170 – 1470	75 x 45	45 x 75
1470 – 1580	60 x 60	50 x 75
1580 – 1770	90 x 45	55 x 75
1770 – 1990	75 x 60	60 x 75
1990 – 2400	90 x 60	60 x 90
2400 – 3020	90 x 75	75 x 90

Tabel VI – 9

Ukuran minimim saluran udara dingin

Untuk Perumahan					Untuk Kantor, Toko,dan lain-lain		
Saluran Penyalur Udara Masuk Ruangan			Saluran Balik Dari Ruangan		Saluran Penyalur Dan Balik		
CFM	Bulat Diameter (cm)	Persegi (cm x cm)	Bulat Diameter (cm)	Persegi (cm x cm)	Bulat Diameter (cm)	Persegi (cm x cm)	Diameter pengatur Udara
50	12,5	20 x 15	15	20 x 15	12,5	20 x 15	
75	15	20 x 15	17,5	20 x 15	12,5	20 x 15	
100	15	20 x 15	20	20 x 15	15	20 x 15	
125	17,5	20 x 15	20	20 x 20	15	20 x 15	
150	17,5	20 x 15	22,5	20 x 20	17,5	20 x 15	
175	20	20 x 15	22,5	25 x 20	17,5	20 x 15	
200	20	20 x 20	25	20 x 25	17,5	20 x 15	
250	22,5	20 x 20	30	25 x 25; 30 x 20	20	15 x 25; 20 x 20; 15 x 30	20
300	25	20 x 25	30	25 x 25; 35 x 20	22,50	15 x 25; 20 x 20; 15 x 30	25
350	25	20 x 25	30	30 x 25; 40 x 20	22,50	20 x 25; 20 x 20; 15 x 30	25
400	25	25 x 25; 30 x 20	30	35 x 25; 40 x 20	22,50	20 x 25; 25 x 20; 15 x 30	25
500	30	25 x 25; 35 x 20	35	40 x 25; 50 x 20	25	25 x 25; 30 x 20; 20 x 30	30
600	30	30 x 25; 35 x 20	40	45 x 25; 60 x 20	30	25 x 25; 30 x 30; 20 x 30	30
700	30	35 x 25: 40 x 20	40	50 x 25; 65 x 20	30	30 x 25; 35 x 20; 25 x 30	37,5
800	35	40 x 25; 50 x 20	40	55 x 25; 75 x 20	30	30 x 25; 40 x 20; 25 x 30	37,5
900	35	40 x 25; 55 x 20	45	60 x 25; 80 x 20	35	35 x 25; 45 x 20; 30 x 30	37,5
1000	40	45 x 25; 60 x 20	45	65 x 25; 55 x 30	35	35 x 25; 45 x 20; 30 x 30	37,5
1200	40	55 x 25; 70 x 20	50	75 x 25; 60 x 30	35	40 x 25; 55 x 20; 35 x 30	
1400	45	65 x 25; 55 x 30	50	90 x 25; 70 x 30	40	45 x 25; 60 x 20; 40 x 30	
1600	45	70 x 25; 60 x 30	55	100 x 25; 80 x 30	40	60 x 25; 70 x 20; 45 x 30	
1800	50	80 x 25; 60 x 30	55	70 x 35; 90 x 30	40	60 x 25; 75 x 20; 50 x 30	
2000	50	85 x 25; 65 x 30	60	80 x 35; 95 x 30	45	65 x 25; 80 x 20; 50 x 30	
2500	55	100 x 25; 80 x 30	65	95 x 35; 115 x 30	45	75 x 25; 50 x 35; 60 x 30	
3000	60	80 x 35; 95 x 30	65	110 x 35; 95 x 40	50	90 x 25; 60 x 35; 70 x 30	
3500	60	90 x 35; 110 x 30	70	125 x 35; 105 x 40	55	100 x 25; 70 x 35; 80 x 30	
4000	65	100 x 35; 120 x 30	75	140 x 35; 120 x 40	60	65 x 40; 80 x 35; 95 x 30	

Bahan-bahan yang diperlukan :

Seorang penaksir biaya untuk keperluan AC ini hendaknya sudah mempunyai gambar-gambar dan spesifikasi yang diperlukan agar mudah menaksir biayanya.

Jenis pendingin kompak (AC unit systems) :

Daftar bahan harus termasuk hal-hal sebagai berikut :

- Harus sudah ditentukan apakah pendingin dengan air atau dengan kipas
- Kapasitas pendinginan.
- Cara pemasangan apakah didinding atau dijendela.
- Pemasangan kabel-kabel listrik, hubungan tusuk, voltase, ampere dan lain-lain.
- Apakah thermostat diperlukan.

Jenis pendingin terpusat ukuran kecil :

Biasanya termasuk hal-hal sebagai berikut :

- Kapasitas pendinginan
- Apakah pendingin dengan air atau dengan kipas.
- Sumber tenaga apakah listrik atau gas.
- Jumlah, ukuran, dan tebalnya dari pipa-pipa dan pipa-pipa penyalur udara (pipe and ducting).
- Jumlah dan ukuran diffusers (pengatur udara masuk ruangan). dan pengisap udara balik (grills).
- Kabel-kabel listrik dengan segala perlengkapannya.
- Thermostat.

Jenis pendingin terpusat ukuran besar :

Biasanya termasuk hal-hal sebagai berikut :

- Kapasitas pendinginan.
- Apakah sistim pendinginan dengan air atau dengan kipas.
- Sumber tenaga apakah listrik atau gas.
- Ventilasi udara yang masuk dari luar sebagai tambahan udara segar.
- Jumlah, ukuran dan tebal dinding dari pipa-pipa, dan pipa-pipa penyalur udara (pipes and ducting).
- Jumlah dan ukuran diffuser dan grill
- Instalasi listriknya, ampere, voltase, kabel-kabel, hubungan tusuk dan lain-lain.
- Thermostat.
- Bahan isolasi langit-langit atau dinding dan isolasi pipa-pipa penyalur udara dingin (ducting).

Harga-harga AC terdapat dipasaran (1982) :

Jenis alat pendingin			Harga Rp./unit.
A. Window units :			
Toshiba	RAC 16YE4	6500 BUTH	Rp. 235.000,–
	RAC 22PE1	9000 BUTH	Rp. 270.000,–
	RAC 30YE	12000 BUTH	Rp. 305.000,–
	RAC 45YE	17500 BUTH	Rp. 400.000,–
B. Multi splits :			
Daikin	RS–28, 1¼PK		Rp. 450.000,–
	RS–45, 2 PK		Rp. 650.000,–
	Rs–56, 2½ PK		Rp. 900.000,–
	R7 + KTS3, 3PK		Rp. 1.400.000,–
	RZAS5 + KTS3, 5PK		Rp. 2.050.000,–

untuk mengetahui berapa kapasitas pendingin AC yang diketahui hanya PK atau tenaga kudanya saja perhitungan dilakukan sebagai berikut :

1 BTUH = 0,00392943 PK

jadi yang berkekuatan 5 PK, kapasitasnya = $\frac{5}{0{,}00302943}$

= 12725 BTUH.

Banyak jenis AC yang baik dan terkenal seperti Carrier, York dan lain-lain.

Tenaga buruh :

Tenaga buruh diperlukan untuk memasang AC termasuk membuat pondasi memasang instalasi listrik pipa-pipa dan saluran-saluran udara, thermostat dan kadang-kadang lapisan isolasi diatas langit-langit dan membungkus saluran-saluran udara dingin dengan bahan yang tidak menyalurkan panas. Jam kerja yang diperlukan sangat berbeda dari satu gedung ke gedung lainnya tergantung dari jenis gedung itu sendiri dan sistim AC yang akan dipakai.

Biasanya seorang tukang pasang AC dengan satu atau dua orang pembantu sudah merupakan team yang cukup untuk memasang AC berukuran kecil.

Pada tabel VI – 10 disajikan data kira-kira keperluan tenaga buruh.

Jenis alat yang dipasang	Jam kerja
– Alat penambah kesegaran udara (Humidifier).	2 – 4
– Kipas angin pembantu	2 – 4
– Pendingin udara	6 – 14
– Thermostat dan pengontrol	2 – 8
– Pipa-pipa gas dan sambungan-sambungannya tiap 3.00 m.	4 – 2
– Pipa-pipa pendingin udara; 645,2 cm^2 atau kurang tiap 3 m. panjang.	1 – 3
– 645,2 cm^2 – 2580, 8 cm^2 tiap 3 m panjang.	2 – 5
– Pengontrol udara masuk ruang (register), setiap buah	1 – 3
– Pengontrol aliran udara keluar (outlet register) setiap buah.	1 – 3
– Membungkus pipa dengan isolasi asbes atau lembatan Aluminium tiap 30 m	2 – 6
– Pipa-pipa tambahan setiap 3 m.	1 – 2
– Thermostat dengan pengontrol	1 – 3
– AC pendingin tipe window, dinding atau dilangit-langit	2 – 6
– Sambungan listrik (hubungan tusuk dan lain-lain)	2 – 4

Peralatan pemasangan :

Alat-alat yang dipergunakan biasanya ialah alat-alat tangan yang biasa dipakai oleh tukang-tukang biasa, mungkin juga dipakai beberapa alat khusus, tangga-tangga dan steger-steger selalu diperlukan.

Biaya tidak terduga dan keuntungan :

Biasanya merupakan prosentase dari upah buruh dan kadang-kadang diambil sebagai prosesntase dari jumlah upah bahan-bahan dan alat-alat. Biaya tidak terduga berkisar antara 15% – 35% dari upah. Keuntungan diambil 8% – 20% dari jumlah biaya seluruhnya.

Contoh 1 :

Tentukan perkiraan biaya pemasangan AC unit, jenis pemasangan di dinding tembok.
Untuk 3 buah ruangan sebagai berikut :

1. Ruangan untuk direktur 4.00 x 6.00 m. dengan tinggi langit-langit 3.50 m.

2. Ruangan untuk staff 4.00 x 8.00 m. dengan tinggi langit-langit 3.50 m.
3. Ruangan untuk administrasi 4.00 x 12.00 m. tinggi langit-langit sama dengan diatas.

Tidak dilakukan pemasangan isolasi apapun didinding atau dilangit-langit. Suhu nyaman dipertahankan 24⁰ C, sedang suhu diluar 32⁰ C maximum.

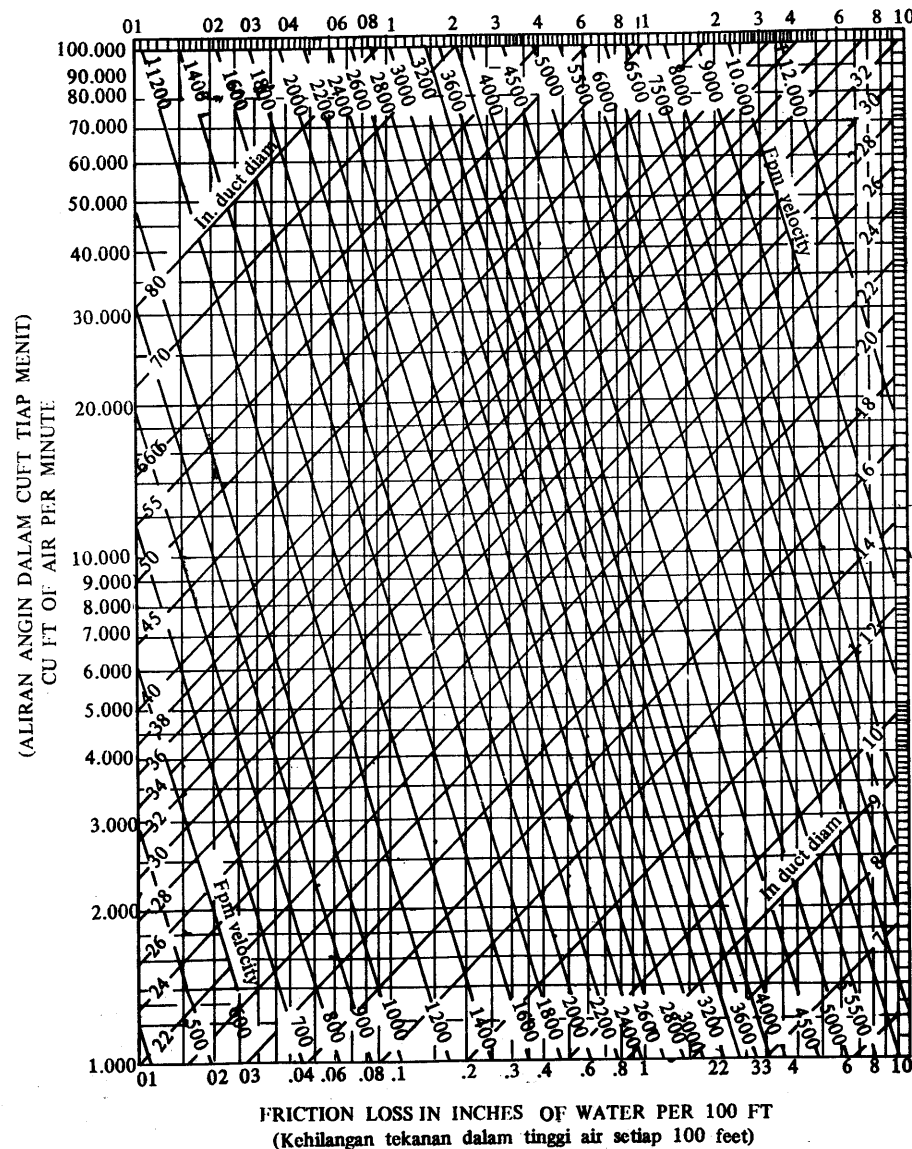
Jawab :

Lihat tabel VI – 1.
Perbedaan suhu 32⁰ C – 24⁰ C = 8⁰ C, isolasi buruk.
Ruangan direktur memerlukan 176,57 x 4 x 6 x 3,5 = 14.831,88 BTUH
Ruangan staff memerlukan 176,57 x 4 x 8 x 3,5 = 19.775,84 BTUH
Ruangan administrasi memerlukan 176,57 x 4 x 12 x 3,5
= 29.663,76 BUTH
Jadi unit yang dipakai ialah :
Untuk ruang direktur : Jenis RAC 45YE, 17500 BTUH
@ Rp. 400.000,– = Rp. 400.000,–
Untuk staff, 2 buah : Jenis RAC 22PE1, 9000 BUTH
@ Rp. 270.000,– = Rp. 540.000,–
Untuk administrasi, 3 buah Jenis RAC 22PE1, 9000 BUTH
@ Rp. 270.000,– = Rp. 810.000,–
Jumlah = Rp. 1.750.000,–

Untuk ruang direktur dipasang yang berkapasitas lebih besar karena ruangannya sering dipakai untuk rapat, sedang untuk staff dan administrasi lebih kecil dari kapasitas yang diperlukan karena ada yang sering tugas luar.
Biaya pemasangan :

1. Biaya membuat lubang tembok diselesaikan 1 hari 3 orang @ Rp. 2.500,–/hari = Rp. 7.500,–
2. Biaya 5 sambungan listrik @ Rp. 5.000,– setiap hubungan tusuk = Rp. 30.000,–
3. Alat-alat pembantu dan bahan (steger, semen, pasir, cat tembok) ditaksir = Rp. 8.000,–

Jumlah = Rp. 45.000,–
Jadi biaya seluruhnya Rp. 1.750.000,– + Rp. 45.000,–
= Rp. 1.795.500,–
Biaya tersebut diatas belum termasuk biaya penambahan aliran listrik oleh PLN yang mempunyai tarif tersendiri.

FRICTION LOSS IN INCHES OF WATER PER 100 FT
(Kehilangan tekanan dalam tinggi air setiap 100 feet)

TABEL VI – 11 : TABEL UNTUK MENCARI HILANG TEKANAN PADA SALURAN UDARA DINGIN

Contoh 2 :

Seperti terlihat pada gambar : Dipergunakan AC yang terpusat berukuran kecil, dimana angin dingin dihembuskan keruangan-ruangan melalui saluran-saluran angin (ducting) diatas langit-langit, kemudian udara dialirkan kembali (dihisap) melalui jendela krepyak (yalouzie) dibagian bawah pintu-pintu, dan kembali ke mesin pendingin untuk disaring dan didinginkan kembali.
Jendela-jendela terbuat dari kaca yang tidak kedap udara.
Langit-langit sebelah atasnya diberi lapisan isolasi dengan fiberglass blanket. Semua saluran-saluran angin dingin diisolasi dengan plastic foam tebal 2,50 cm dilem pada saluran yang terbuat dari pelat tipis digalvani tebal GA 24.
Suhu udara maximun 33^0 C suhu ruangan direncanakan 25^0 C.
Hitunglah perkiraan biaya secara garis besarnya untuk pemasangan AC tersebut diatas.

Jawab :

Karena angin dingin harus dihembuskan melalui saluran maka haruslah dihitung debit alirannya yang diperlukan (CFM), selain dari kapasitas pendinginnya dalam BTU per jam.

a. Menghitung kapasitas pendingin secara kira-kira :

Perbedaan suhu 33^0 C – 25^0 C = 8^0 C, dari tabel VI – 1 dengan isolasi sedang, dan pengaturan udara baik maka diambil keperluan kapasitas pendingin 88,28 BTU/jam. Jadi seluruhnya diperlukan :
88,28 x 26 m x 10,5 m x 3 m = 72301,32 BTU/jam = 6,03 ton (12.000 BTUH = 1 ton).

i. Menghitung tiupan angin dalam CFM yang diperlukan :

Dari tabel VI – 3 diperoleh bahwa untuk keperluan kantor diperlukan banyak udara ventilasi untuk setiap orang = 15 CFM.
Jadi udara ventilasi yang diperlukan = 40 x 15 CFM = 600 CFM.
Kapasitas pendinginan yang disebutkan diatas sebesar 72301,32 BTUH sudah termasuk kapasitas pendinginan udara yang besarnya 600 CFM.
Prosentase aliran udara ventilasi sebesar 600 CFM dari keperluan udara seluruhnya ialah :

$$X\% = \frac{600 \text{ CFM (tambahan udara dari luar) x } 100}{400 \text{ x } 6{,}03 \text{ ton}} = 24{,}88\% \sim 25\%$$

Dari tabel VI – 4 untuk keadaan ruangan dengan suhu 25^0 C

dengan 50% kelembaban relatip, diperlukan CFM tiap ton = $\frac{460-5}{10 \times 90}$ = 415, untuk kantor.

jadi keperluan aliran angin seluruhnya :

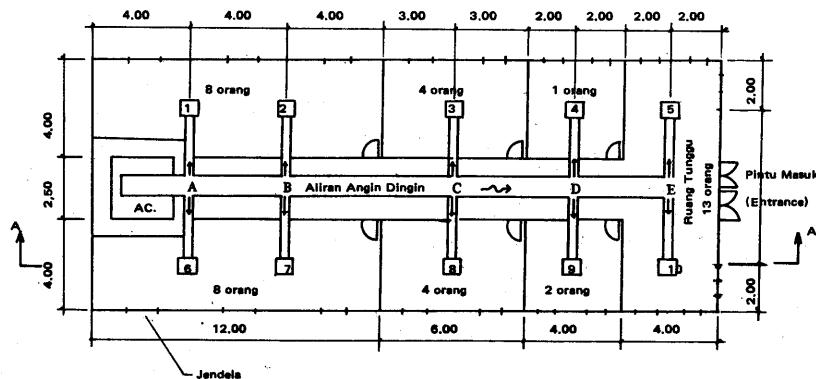
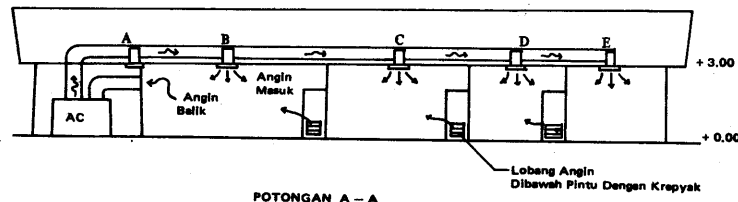
6,03 ton x 415 = 2502,45 CFM

Dikontrol dengan rumus (III) :

Jumlah total CFM = 72301, 32/30 = 2410,04 CFM
hasilnya ternyata hampir sama.

Alat AC yang dipilih ialah sebagai berikut :

1. Kapasitas 72500 BTUH atau 5 ton.
2. Aliran angin diambil 2500 CFM.
3. Tenaga listrik sesuai dengan aliran PLN.

Jadi hendaknya dipilih AC yang berkapasitas lebih tinggi sedikit dari pada data yang kita hitung yang tentunya terdapat dipasaran.

DENAH : 1 : 200
UKURAN BANGUNAN 26.00 M x 10,5 M x 3.00 M = 819 M^3

POTONGAN A – A

GAMBAR VI – 4

i. Perhitungan infiltrasi :

Terlihat dari denah (gambar VI – 4), ruangan-ruangan hanya mempunyai satu dinding luar yang mempunyai jendela kecuali ruang depan mempunyai dua dinding luar berjendela.

Jadi menurut tabel VI – 5 diperoleh koefisien 0,6 dan 0,9.

$$\frac{2 \times 22m \times 4m \times 3m \times 0,6}{60} + \frac{4m \times 10,5m \times 3 \times 0,9}{60} = 5,28 + 1,89$$

= 7,17 m^3/menit = 253,17 CFM ~ 254 CFM

Infiltrasi akibat pintu depan berayun yang sangat sering dibuka 4 buah daun pintu dengan jumlah lebar 3,20 m^2 = 3,2/2 x 100 = 267 CFM.

Jumlah infiltrasi = 267 CFM + 254/2 CFM = 394 CFM.

Kesimpulan : Karena jumlah infiltrasi 394 CFM lebih rendah dari udara ventilasi = 600 CFM maka tambahan udara ventilasi harus melalui kipas angin pengisap dimana angin melalui saluran udara masuk kemesin pendingin.

Pembagian udara dingin keruangan-ruangan :

Pembagian udara dingin didasarkan kepada luasnya ruangan-ruangan dan banyaknya penghuni ruangan-ruangan itu dan ditentukan sebagai berikut :

Ruangan	Berdasarkan jamlah penghuni (CFM)	Berdasarkan luas ruangan (CFM)
1 dan 2	8 x 15 = 120	$\frac{12 \times 4 \times 3}{819} \times 2500 = 439,56 = 2 \times 219,78$
3	4 x 15 = 60	$\frac{6 \times 4 \times 3}{819} \times 2500 = 219,78$
4	1 x 15 = 15	$\frac{4 \times 4 \times 3}{819} \times 2500 = 146,52$
5 dan 10	13 x 15 = 195	$(\frac{22 \times 2,5 \times 3}{819} + \frac{4 \times 10,5 \times 3}{819}) \times 2500 = 887,28$ = 2 x 443,64
6 dan 7	8 x 15 = 120	$\frac{12 \times 4 \times 3}{819} \times 2500 = 439,56 = 2 \times 219,78$
8	4 x 15 = 60	$\frac{6 \times 4 \times 3}{819} \times 2500 = 219,78$
9	2 x 15 = 30	$\frac{4 \times 4 \times 3}{819}$ 2500 = 146,52

Jadi terlihat dari perhitungan secara tabel diatas, CFM berdasarkan besarnya ruangan hasilnya lebih besar dari CFM berdasarkan jumlah penghuni ruangan, karena CFM berdasarkan besarnya ruangan bukan hanya untuk menyediakan ventilasi yang cukup bagi penghuni ruangan saja tetapi juga untuk mendinginkan seluruh ruangan. Maksud pengontrolan dengan perhitungan diatas ialah kalau-kalau terjadi kebutuhan jumlah orang akan melebihi kebutuhan seluruh ruangan, dimana hal ini bisa terjadi bila banyak orang masuk sekali gus kedalam ruangan berAC tersebut.

Jadi bila ruangan no. 4 dimasuki 10 orang maka keperluan ventilasi = 10 x 15 CFM = 150 CFM lebih besar dari pada aliran udara masuk sebesar 146,52 CFM jadi hal ini harus dicegah.

b. Menentukan besarnya saluran angin dan pengatur udara dingin yang masuk keruangan :

i. Lihat tabel VI – 6 dan VI – 9 :

Ruangan	CFM	Ukuran saluran cabang cm x cm	Ukuran pengatur angin ϕ cm
1 & 2	2 x 219,78	2 - 20 x 15	2 - ϕ 25
3	219,78	20 x 15	ϕ 25
4	146,52	20 x 15	ϕ 20
5 & 10	2 x 443,64	2 - 30 x 20	ϕ 30
6 & 7	2 x 219,78	2 - 20 x 15	2 - ϕ 25
8	219,78	20 x 15	ϕ 25
9	146,52	20 x 15	ϕ 20

ii. Menghitung ukuran saluran induk, dengan tabel VI – 9 :

Lokasi	CFM	Ukuran saluran, cm x cm
Pangkal saluran sampai A	2500	60 x 30
A – B	2060,44	50 x 30
B – C	1620,88	45 x 30
C – D	1180,32	35 x 30
D – E	887,28	30 x 30

Dikontrol hasil perhitungan diatas dengan tabel VI – 2 :

a. Bila kecepatan angin pada pangkal saluran diambil 1700 fpm maka Q = vA (debit aliran = kecepatan aliran x luas penampang) atau :
A =

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{2500\ CFM}{1700} = 1{,}47\ ft^2 = 0{,}14\ m^2 = 1400\ cm^2$$

atau 60 cm x 24 cm diambil 60 cm x 30 cm, jadi kecepatan angin akan dibawah sedikit dari kecepatan maximum yang dianjurkan yaitu 1700 fpm.

b. Bila kecepatan angin pada cabang-cabang saluran diambil 500 fpm maka :

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{146{,}52}{500} = 0{,}29\ ft^2 = 0{,}03\ m^2 = 300\ cm^2 \text{ atau } 20\ cm \times 15\ cm$$

jadi pemakaian tabel sesuai dengan perhitungan kecepatan angin yang diperlukan.

Ukuran saluran angin balik :

Angin setelah dipakai kembali kemesin pendingin untuk disaring, didinginkan kembali dan ditambah lagi udara segar.

Terlihat pada gambar VI – 4 pada potongan A – A, setelah angin memasuki ruangan akan keluar dari ruangan melalui lubang-lubang ventilasi yang dibuat pada bagian bawah pintu-pintu, kemudian meliwati lorong antara ruangan-ruangan kembali kemesin pendingin.

Jadi ukuran pengatur lubang penghisap (grilles) = 2 buah @ 75 cm x 45 cm Ukuran saluran udara balik = 75 cm x 25 cm.

Lihat tabel VI – 8 dan VI – 9.

Dikontrol hasil diatas dengan rumus $A = \frac{Q}{v}$:

$$A = \frac{Q}{v} = 2500$$

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{2500}{700} = 3{,}57\ ft^2 = 3300\ cm^2$$

3300 cm² = 75 cm x 44 cm diambil 75 cm x 45 cm luas penampang bersih tanpa ruji-ruji.

Jadi ukuran 75 cm x 45 cm x 2 buah adalah cocok mengingat ruji-ruji akan menempati ± 50% dari penampang.

Dengan perhitungan-perhitungan diatas maka ukuran-ukuran dan kapasitas AC dengan segala peralatannya dapat diketahui dan analisa biaya dapat dilakukan.

GAMBAR VI – 5
SKETSA PEMASANGAN AC TERPUSAT DENGAN VENTILASI
SALURAN UDARA DINGIN dan SALURAN UDARA BALIK

Bahan-bahan :

1. Saluran udara :

a. Saluran pensuplai udara dan pengatur udara :

– 4 x (2 x 0,6 + 2 x 0,3) + (2 x 0,5 + 2 x 0,3) + 7 (2 x 0,45 + 2 x 0,3) + 5 (2 x 0,35 + 2 x 0,3) + 4 (2 x 0,3 + 2 x 0,3) + 8 x 3,65 (2 x 0,2 + 2 x 0,15) + 2 x 3,65 (2 x 0,3 + 2 x 0,2) = 63,14 m²
~ 65 m² atau 45 lembar seng 2,40 m x 0,60 m GA.24
@ Rp. 3.000,– = Rp. 135.000,–

– Pembalut isolasi dari plastik foam 65 m² = 91 lembar
@ Rp. 1.500,– = Rp. 136.500,–
(insulplast, polystrene plastik ukuran 1,20 x 0,6 m tebal 5 cm)

– Perekat Insulfix glue type A, 3 gallon (1 gallon = 3,785 l)
@ Rp. 4.000,– = Rp. 12.000,–

– Kerangka penguat saluran, besi L, 28 batang
Ukuran 25 mm x 25 mm x 3 mm, panjang 6.00 m @ Rp. 2,000,–
= Rp. 56.000,–

– Sekrup-sekrup untuk pengikat kerangka saluran angin 6 doos, ukuran panjang 12,5 mm, no. 8,50 biji/doos @ Rp. 500,–
= Rp. 3.000,–
(dipakai jenis selftapping screw)

– Pengatur udara masuk ϕ 20 cm, 2 buah @ Rp. 5.000,–
= Rp. 10.000,–
ϕ 25 cm, 6 buah @ Rp. 6.000,–
= Rp. 36.000,–
ϕ 30 cm, 2 buah @ Rp. 8.000,–
= Rp. 16.000,–

b. Saluran balik dan ventilasi :

– 2 m (2 x 0,75 + 2 x 0,45) + 3 m (2 x 0,3 + 2 x 0,2) = 7,8 m²
= 6 lembar seng, GA. 24 ukuran 2,4 m x 0,6 m @ Rp. 3.000,–
= Rp. 18.000,–

– Pembalut, isolasi saluran balik 4,8 m², 7 lembar @ Rp. 1.500,–
= Rp. 10.500,–

– Perekat 1 gallon @ Rp. 4.000,– = Rp. 4.000,–

– Kerangka penguat, 5 batang @ Rp. 2.000,–
= Rp. 10.000,–

– Sekrup 1 doos @ Rp. 500,- = Rp 500,–

– Pengatur udara balik (grilles)
75 cm x 45 cm, 2 buah @ Rp. 10.000,– = Rp. 20.000,–

– Kipas pengisap udara ventilasi
ukuran 600 CFM, 1 buah = Rp. 85.000,–

2. Isolasi langit-langit :
– Fiberglass blanket tebal 5 cm, 26 m x 10,5 m @ Rp. 2.000,–/m²
= Rp. 546.000,–

3. AC Unit kapasitas 72.500 BTUH, 2500 CFM, 220 Volt, 50 cycle, 3 phase = Rp. 2.500.000,–

4. Room thermostat – T87C = Rp. 25.000,–

5. Pondasi beton, 0,5 m³ @ Rp. 25.000,–/m³ = Rp. 12.500,–

Jumlah harga bahan = Rp. 3.638.000,–

Upah : lihat tabel VI – 10

– Memasang pendingin udara = 6 jam
– Memasang thermostat = 6 jam
– Memasang saluran pendingin udara $= \frac{28 \text{ m}}{3 \text{ m}} \times 5$ jam = 46,67 jam

$+ \frac{10 \times 36{,}5}{3 \text{ m}} \times 3$ jam = 36,5 jam

– Saluran udara balik & ventilasi : $\frac{2 \text{ m}}{3} \times 5$ jam = 3,3 jam

$+ \frac{3 \text{ m}}{3} \times 3$ jam = 3 jam

– Memasang pengontrol aliran udara masuk ruangan 10 x 3 jam
= 30 jam
– Memasang pengontrol aliran balik (grill) = 3 jam
– Membungkus saluran-saluran udara dengan isolasi :

28 m + 10 x 36,5 m + 2 m $= \frac{66{,}5 \text{ m}}{30} \times 6$ jam = 13,3 jam

– Sambungan-sambungan listrik = 2 jam
– Memasang isolasi langit-langit ditaksir = 6 jam
– Memasang pondasi dan saluran air = 6 jam

Jumlah = 161,77 jam ~ 165 jam

Bila upah tukan AC dan tukang listrik Rp. 500,–/jam sedang upah pembantu tukang Rp. 200,–/jam. Jadi upah rata-rata Rp. 350,–/jam
Jadi upah seluruhnya : 165 jam x Rp. 350,– = Rp. 57.750,–

Jadi biaya seluruhnya :

1. Bahan-bahan	= Rp. 3.638.000,–
2. Upah	= Rp. 57.750,–
3. Angkutan	= Rp. 30.000,–
	Rp. 3.725.750,–
biaya tidak terduga 10%	Rp. 372.575,–
	Rp. 4.098.325,–
keuntungan 10%	Rp. 409.832,50
Jumlah biaya	Rp. 4.508.157,50
	= Rp. 4.508.158,–

(harga-harga bahan ditaksir di dalam negeri berdasarkan harga dalam US $ di Singapur ditambah biaya masuk).

Perlu dijelaskan bahwa untuk bangunan kecil kemungkinan pemasangan sistim pendingin udara yang terpusat lebih mahal dari pada sistim pemasangan di dinding tembok atau di jendela (window type). Namun keuntungannya ialah tidak terdengarnya suara berisik dan mendengung yang terus menerus mengganggu, dan pula pemeliharaannya akan lebih mudah karena mengurus sebuah mesin pendingin akan lebih mudah dari pada mengurus beberapa puluh buah mesin pendingin sistim pemasangan di dinding.
Untuk bangunan-bangunan besar dan panjang perlu diperhatikan kemungkinan tidak sampainya aliran udara dingin ke tempat yang terjauh melalui pipa-pipa udara karena akibat adanya gesekan dengan pipa. Hal ini mudah dihitung dengan mengetahui besarnya tekanan aliran angin pada pangkalnya pada mesin pendingin yang didorong dengan kipas angin atau disebut tekanan statis (static perssure) yang biasanya sudah ada dalam buku petunjuk dari pabrik pembuatnya. Juga dapat dihitung dengan tabel-tabel berapa kehilangan tekanan tiap m panjang pipa penyalur untuk suatu ukuran penampang pipa (lihat tabel VI – 11)

Contoh :

Untuk suatu bangunan kantor diperlukan aliran udara dingin sebesar 4000 CFM. Kecepatan angin yang diizinkan 1600 fpm. Panjang pipa penyalur udara dingin 100 ft atau 33 m. Hitung ukuran dari pipa induk penyalur udara dingin dan kehilangan tekanannya.

Jawab :

Jawab :

Dari tabel VI -- 11 diperoleh :
Ukuran pipa penyalur = 22 inci atau 55 cm
kehilangan tekanan = 0,15 inci setiap panjang pipa 100 ft atau 3,81 mm setiap 33 meter

BAB VII

PEMASANGAN INSTALASI LISTRIK

Pekerjaan listrik ini hampir selalu dikerjakan oleh sub·kontraktor yang ahli dan khusus untuk pekerjaan-pekerjaan ini, yang biasanya sudah mendapat nama baik dari perusahaan listrik negara. Anggaran biaya disajikan oleh sub kontraktor ini biasanya dipakai sebagai harga penawaran oleh kontraktor induk, sedang perkiraan biaya oleh kontraktor induk dimaksudkan untuk mengontrol kebenaran anggaran biaya yang diajukan oleh sub kontraktor agar tidak mengajukan penawaran harga yang terlalu tinggi yang akibatnya tidak dapat memperoleh tender tersebut.
Pekerjaan listrik ini dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu :
a. pekerjaan kasar atau pemasangan kabel-kabel
b. pekerjaan halus atau pemasangan lampu-lampu
c. pekerjaan penyambungan listrik dilakukan oleh PLN
Pekerjaan kasar dikerjakan begitu bangunan selesai, mulai dari pemasangan alat-alat pemasukan aliran pertama sampai ke sambungan-sambungan tusuk di dinding. Bahan-bahan yang dipergunakan ialah : kabel-kabel, pipa-pipa kabel, sakelar-sakelar, kotak-kotak sekering, pemutus arus, kotak-kotak sambungan tusuk dan lain-lain.

Kabel-kabel dapat berupa kabel telanjang atau terbungkus, namun kabel yang telanjang mulai jarang digunakan. Pemasangan kabel yang terbungkus juga dipergunakan pipa, jenis pipa ini ada yang fleksibel, ada yang berdinding tipis, ada yang berdinding tebal, sedang kabel yang dipergunakan jenis yang disetujui oleh PLN.
Pekerjaan halus dikerjakan biasanya setelah gedung selesai dicat dan dibersihkan, jadi pemasangan lampu-lampu dilakukan paling akhir dan biasanya atas pilihan dari yang empunya bangunan itu sendiri atau atas usul dari arsiteknya atau ahli dekorasi. Seorang estimator dari pekerjaan ini haruslah hafal dengan peraturan-peraturan yang berlaku untuk kelistrikan yang berlaku di negara ini.

Penaksiran harga pada umumnya :

Penaksiran harga meliputi bahan-bahan yang dipakai, upah buruh untuk pemasangan, kemudian harus dimasukkan biaya tidak terduga dan keuntungan. Jumlah biaya listrik berbeda-beda tergantung dari jenis bahan yang dipakai, jenis pekerjaannya, ketrampilan para tukang listriknya dan alat-alat yang dipergunakan.

Penaksiran harga berdasarkan gambar :

Sebaiknya pekerjaan ini ditaksir biayanya berdasarkan gambar-gambar instalasi listrik yang direncanakan oleh seorang ahli listrik, yang tentunya telah disetujui oleh pemilik gedung. Namun demikian pada pekerjaan kecil kadang-kadang tidak didapat gambar rencana pemasangan listrik, yang ada hanya gambar denah dan potongan-potongan bangunan.
Dalam kejadian seperti ini seorang pemborong harus membuat sketsa sendiri menggambarkan dimana letak-letak lampu dan hubungan-hubungan tusuk dan sakelar-sakelar yang disetujui oleh pemilik gedung dan biasanya penawaran harga diajukan dalam harga pergantungan lampu dan per hubungan tusuk.

a. Pekerjaan kasar :

Bahan-bahan :

Kawat penghantar listrik yang dipergunakan biasanya kawat tembaga yang diisolasi yang mempunyai garis tengah yang bermacam-macam. Kawat-kawat penghantar terdiri dari satu kawat atau terdiri dari beberapa kawat yang dijalin satu sama lain. Kawat yang diisolasi lapisan karet dipakai didalam bangunan, sedang yang diisolasi dengan lapisan tahan cuaca dipakai di luar bangunan.

Ada bermacam-macam jenis isolasi tergantung dari tujuannya, kadang-kadang kabel-kabel yang diisolasi dijalin satu sama lain.
Sedang yang disebut kabel (cable) terdiri dari beberapa buah kawat yang diisolasi yang ditempatkan sejajar kemudian seluruhnya dibungkus lagi dengan isolasi.
Pada tabel VII – 1 disajikan jenis-jenis kawat penghantar listrik. Kawat penghantar yang lebih kecil dari No. 12 atau No. 14 hendaknya jangan dipakai untuk kawat listrik. Kawat-kawat yang kecil itu biasanya dipakai untuk bel listrik yang sekali-kali saja dialiri listrik.
Pipa-pipa listrik terbuat dari pelat tipis digalvani, yang tebal (rigid or heavy conduit) dipakai diluar atau didalam bangunan, sedang yang tipis (thin wall) dipakai hanya untuk di dalam gedung.
Pipa listrik yang tebal tidak dapat dibengkok karena itu diberi berulir dan disediakan sambungan-sambungannya seperti pipa sambungan siku-siku dan sebagainya, sedang pipa yang tipis dapat dibengkokkan dan tidak perlu dibuat uliran untuk sambungan. Pipa yang dapat dibengkok-bengkok (flexible) terbuat dari putaran spiral logam tipis yang melekat satu sama lain.
Kabel sebetulnya sama dengan pipa flexible, bedanya kalau kabel pipanya terpasang bersama-sama dengan kawat penghantarnya.
Pada tabel VII – 2 disajikan jenis-jenis kabel dengan jumlah kawat penghantarnya di dalam, berdasarkan standard USA.

Tabel VII – 1

No. GA	Diameter kawat mm	luas mm²	Daya penghantar	
			isolasi karet (Amp)	isolasi lain (Amp)
18	1,02	0,82	3	5
16	1,29	1,31	6	10
14	1,63	2,10	15	20
12	2,05	3,32	20	25
10	2,59	5,30	25	30
8	3,26	8,40	35	50
6	4,11	13,34	50	70
5	4,62	16,82	55	80
4	5,19	21,28	70	90
3	5,83	26,85	80	100
2	6,54	33,79	90	125
1	7,35	42,68	100	150
0	8,26	53,90	125	200
00	9,27	67,89	150	225
000	10,40	85,45	175	275
	11,36	101,95	200	300
0000	11,68	107,77	225	325

Tabel VII – 2 : Kabel listrik *

Kawat, gauge (GA)	14	14	12	12	10	10
Jumlah kawat di dalam kabel	2	3	2	3	2	3

* terdapat dengan berbagai merk antara lain : kabel BX, kabel Romex, dan lain-lain.

Pipa-pipa flexible, pipa-pipa berdinding tipis dan pipa-pipa berdinding tebal terdapat dalam ukuran : 12,70 mm, 19,05 mm, 31,75 mm, 38,10mm, 50,80 mm atau dalam inci : ½", ¾", 1", 1¼", 1½" dan 2".
Panjang pipa standard 3,00 m. Sedang sambungan-sambungannya terdiri dari kopling, tikungan, locknut, penjepit pipa dan sebagainya.
Ukuran pipa berdinding tebal terdapat sampai ukuran 150 mm atau 6 inci, sampai ukuran 31,75 mm (1¼") dapat dibengkokkan dengan jari-jari yang besar ± 30 cm.
Untuk pemasangan kabel-kabel listrik bagi mesin-mesin generator dan lain-lain hendaknya disediakan oleh pabrik mesin-mesin tersebut lengkap dengan gambar-gambar rencananya dan nantinya tinggal menyambungkan terakhir agar dapat berfungsi.
Pada tabel berikut disajikan kelayakan jumlah kawat di dalam berbagai ukuran pipa.

Tabel VII – 3

Kawat atau No ukuran dalam gauge	Jumlah kawat penghantar dalam satu rangkaian									Keterangan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
14	12,7	12,7	12,7	19,05	19,05	25,4	25,4	25,4	25,4	12,7 (½")
12	12,7	12,7	1905	19,05	19,05	25,4	25,4	25,4	31,75	19,05 (¾")
10	12,7	1905	1905	25,4	25,4	25,4	31,75	31,75	31,75	25,4 (1")
8	12,7	1905	25,4	25,4	25,4	31,75	31,75	31,75	38,10	31,75 (1¼")
6	12,7	25,4	3175	31,75	38,10	38,10	50,8	50,8	50,8	38,10 (1½")
5	1905	3175	3175	31,75	38,10	50,8	50,8	50,8	50,8	50,80 (2")
4	1905	3175	3175	38,10	50,8	50,8	50,8	50,8	63,50	63,50 (2½")
3	1905	3175	3175	38,10	50,80	50,8	50,8	63,5	63,5	76,2 (3")
2	1905	3175	3810	38,10	50,80	50,8	63,5	63,5	63,5	88,90 (3½")
1	1905	3810	3810	50,80	50,80	63,5	63,5	76,2	76,2	101,6 (4")
0	25,4	50,8	50,8	50,8	63,5	63,5	76,2	76,2	76,2	
00	25,4	50,8	50,8	63,50	63,5	76,2	76,2	76,2	88,90	
000	25,4	50,8	50,8	63,50	76,2	76,2	76,2	88,90	88,90	
0000	3175	50,8	63,5	63,50	76,2	76,2	88,90	88,90	101,60	

Tenaga buruh :

Pemasangan kabel-kabel listrik dan pipa-pipa dilakukan oleh tukang listrik tanpa bantuan pembantu tukang.
Pada pekerjaan kecil cukup dikerjakan oleh 2 orang tukang listrik dengan 1 orang pembantu. Pada pekerjaan besar diperlukan tukang-tukang listrik dengan pembantu tukang lebih banyak yang dipimpin oleh seorang mandor.
Jam kerja buruh tergantung dari jenis pekerjaannya, keadaan setempat, ketrampilan buruhnya dan semangat bekerjanya.
Pada tabel VII – 4 dan VII – 5 disajikan jam kerja buruh yang diperlukan untuk berjenis-jenis pekerjaan :

Tabel VII – 4

Jam kerja yang diperlukan untuk memasang hubungan tusuk (outlet) pada pekerjaan listrik kasar.

Jenis pekerjaan	Jam kerja tiap outlet
– kabel listrik berikut perlengkapannya, berukuran GA 14,12 dan 10	0,8 – 2,0
– Pipa fleksibel dan kawatnya, ukuran 12,7 mm dan 19,05 mm	0,8 – 2,0
– Pipa berdinding tipis, sambungan-sambungannya dan kawat-kawatnya:	
12,7 mm – 19, 05 mm	1 – 2
25,4 mm – 31,75 mm	1,1 – 2,2
– Pipa berdinding tebal, sambungan-sambungannya dan kawat-kawatnya:	
12, 7 mm – 19,05 mm	1,2 – 2,3
25, 4 mm – 31,75 mm	1,2 – 2,5
38,10 mm – 50,80 mm	1,3 – 2,7
63,50 mm – 76,20 mm	1,3 – 3,0

Tabel VII – 5

Jam kerja yang diperlukan untuk pemasangan pipa, kabel dan kawat-kawat penghantar :

Pemasangan pipa dan kawatnya	jam kerja tiap 30 m
– **pipa berdinding tebal** dengan sambungan-sambungannya, termasuk kotak hubungan tusuk : φ	
12, 7 mm – 19,05 mm (½" – ¾")	8 – 14
25, 4 mm – 31,75 mm (1 " – 1¼")	10 – 17
38,10 mm (1½")	12 – 20
50,80 mm (2")	15 – 25
63,50 mm (2½")	21 – 35
76, 2 mm (3")	26 – 45
101, 6 mm (4")	32 – 55
127 mm (5")	40 – 65
152, 4 mm (6")	55 – 90
– **pipa berdinding tipis** dengan sambungan-sambungannya termasuk kotak hubungan tusuk : φ	
12, 7 mm, 19,05 mm dan 25, 4 mm	6 – 10
31,75 mm, 38,10 mm dan 50,80 mm	8 – 14
– **pipa fleksibel** dan sambungan-sambungannya : φ	
12, 7 mm , 19,05 mm , 25, 4 mm	5 – 10
31,75 mm , 38,10 mm , 50,80 mm	7 – 14
– **menarik kawat dan memasang kawat listrik didalam pipa**	
Ga. 18 dan Ga. 16	0,8– 1,5
Ga. 14 dan Ga. 12	1 – 1,8
Ga. 10 dan Ga. 8	1,5– 2,5
Ga. 6	2,2– 3,5
Ga. 4	2,8– 4,5
Ga. 3	3,5– 5,5
Ga. 2	4,5– 6,5
Ga. 1	5,5– 7,5
– **Memasang kabel listrik** dan sambungan-sambungannya dengan kawat No. :	
14,12 dan 10	4 – 12

Pada tabel berikutnya disajikan keperluan jam kerja buruh untuk bermacam-macam jenis pekerjaan pada pemasangan pekerjaan kasar.

Tabel VII – 6

Jam kerja yang diperlukan untuk bermacam-macam pekerjaan

Jenis pekerjaan	Jam kerja tiap buah
– meteran	0,5 – 1,00
– sakelar pemutus arus induk dan pemutus arus pengaman atau kotak (sampai 200 amp)	0,8 – 2,00
– pemutus arus pengaman atau fuse box (200 amp atau kurang)	0,5 – 2,00
– kombinasi sakelar pemutus arus dan pemutus arus pengaman (200 amp atau kurang)	1 – 2,50
– kabinet (200 amp atau kurang)	1 – 3
– membuat hubungan-hubungan konduktor, seperti pada kabinet	0,2 – 0,4
– kotak-kotak hubungan tusuk dilangit-langit, di dinding	0,2 – 0,4
– sakelar pemutus arus yang kecil, hubungan tusuk didinding dengan tutupnya	0,15 – 0,3

Alat-alat :

Alat-alat yang dipergunakan tergantung dari jenis pekerjaannya. Untuk pipa berdinding tebal diperlukan : alat pemotong pipa, gergaji pipa, alat pembuat ulir, reamer (alat penghalus lobang pipa dari bagian-bagian yang tajam), dan alat-alat kecil lainnya. Pipa berdinding tipis yang dapat dibengkokkan, tidak memerlukan alat pembuat ulir. Alat-alat tangan kecil lainnya yang diperlukan ialah : bor tangan, baik pakai tenaga listrik atau tidak, gergaji-gergaji kecil, palu-palu, pahat-pahat, obor bensin, solder, pancing kawat, tang kawat, alat melapis kawat hantaran, termasuk juga timah untuk solder dan pembalut isolasi.

Alat-alat pembantu lainnya ialah : tangga, kuda-kuda atau steger-steger. Biaya alat-alat ini berbeda-beda untuk tiap jenis pekerjaan tergantung dari besarnya pekerjaan.

Biaya tidak terduga dan keuntungan :

Biaya tidak terduga berkisar antara 5% – 15% dari bahan, upah dan alat-alat, bila berdasarkan upah saja berkisar antara 10% – 25%. Keuntungan biasa diambil 6% sampai 15% dari seluruh pembiayaan tergantung dari berat ringannya dan besarnya resiko pekerjaan.

b. Pekerjaan halus :

Bahan-bahan :

Bahan-bahan yang termasuk dalam pekerjaan ini ialah lampu-lampu dipasang di langit-langit, lampu-lampu dinding yang biasanya dipilih oleh yang empunya bangunan, juga pelat-pelat penutup hubungan tusuk dan sakelar-sakelar yang semuanya mempunyai gaya sendiri-sendiri. Untuk pemilihan dari jenis lampu dan pelat-pelat penutup hendaknya dilihat di dalam catalogue yang dikeluarkan oleh pabrik.

Tenaga buruh :

Tenaga buruh tiap satuan waktu tentu akan berbeda-beda tergantung dari ukuran lampu-lampu, keadaan tempat pekerjaan dan ketrampilan buruhnya.
Pada tabel VII – 7 disajikan keperluan tenaga buruh untuk pekerjaan halus.

Tabel VII – 7

Jenis pekerjaan	Jam kerja
– lampu dinding (satu atau dua bola lampu)	0,20 – 0,40
– lampu langit-langit (satu atau dua bola lampu)	0,25 – 0,50
– lampu gantung (tiga, empat atau lima bola lampu)	0,30 – 0,70
– tambahan pemasangan kawat lampu (tiap lampu)	0,10 – 0,25
– sakelar, 2 arah	0,10 – 0,25
– sakelar, 3 arah	0,20 – 0,50
– sakelar, 4 arah	0,25 – 0,75
– hubungan tusuk di dinding dengan penutupnya	0,10 – 0,25
– lampu dengan socket	0,15 – 0,40

Alat-alat :

Alat-alat yang dipergunakan adalah alat-alat tangan yang biasa dipergunakan tukang-tukang listrik dengan pembalut isolasi dan alat-alat solder. Tangga atau steger hampir selalu diperlukan untuk pemasangan lampu-lampu di tempat yang tinggi.

Biaya tidak terduga dan keuntungan :

Biaya tidak terduga biasanya bila berdasarkan upah buruh diambil sebesar 10% sampai 20%.
Keuntungan diambil 8% – 20% dari jumlah upah, alat-alat dan biaya tidak terduga.

Contoh 1 :

Hitunglah biaya pemasangan instalasi listrik pekerjaan kasar untuk suatu bangunan bertingkat 2 dengan 1 ruang bawah tanah. Instalator memasang pekerjaan listrik kasar mulai dari meteran sampai di dalam bangunan, sedang penyambungan dari meteran sampai saluran induk dilaksanakan oleh PLN, terdapat :

26 sambungan terletak di langit-langit untuk lampu-lampu
14 sambungan terletak di dinding untuk lampu-lampu dinding
24 sakelar
30 hubungan tusuk di lantai.

Semuanya berjumlah 94 buah sambungan.

Jawab :

a. bahan-bahan yang diperlukan adalah sebagai berikut :

1. 1 kotak hubung dan pemutus arus — Rp. 12.600,–
2. kotak pemutus arus pengaman, 6 rangkaian — Rp. 11.650,–
3. 32 buah kotak hubungan tusuk dengan pelat penutup — Rp. 15.650,–
4. 94 kotak sakelar, hubungan-hubungan tusuk — Rp. 32.000,–
5. 18 m, pipa berdinding tipis ϕ 19,05 mm — Rp. 9.700,–
6. sambungan-sambungan untuk pipa ϕ 19,05 mm ditaksir seluruhnya — Rp. 5.820,–
7. 216 m pipa berdinding tipis, ϕ 12,7 mm — Rp. 83.450,–
8. sambungan-sambungan untuk pipa ϕ 12,7 mm ditaksir seluruhnya — Rp. 33.950,–
9. 18 m pipa fleksibel ϕ 12,7 mm — Rp. 11.640,–
10. sambungan-sambungan untuk pipa fleksibel ditaksir seluruhnya — Rp. 3.880,–

11. 20 m kawat penghantar dengan isolasi karet No. 8	Rp. 2.910,–
12. 20 m kawat penghantar dengan isolasi karet No. 10	Rp. 2.000,–
13. 510 m kawat penghantar dengan isolasi karet No. 12	Rp. 33.000,–
14. bahan-bahan tambahan, pembalut isolasi, dan lain-lain	Rp. 14.550,–
Jumlah bahan	Rp. 272.750,–

b. Keperluan jam kerja : lihat tabel VII – 4 dan VII – 5 dan VII – 6

– memasang kotak hubung dan pemutus arus	=	2 jam
– memasang pemutus arus pengaman	=	2 jam
– memasang 20 m pipa berdinding tipis ϕ 19,05 mm dengan sambungan-sambungannya	=	6 jam
– memasang 216 m pipa berdinding tipis ϕ 12,7 mm dengan sambungan-sambungannya	=	65 jam
– memasang pipa fleksibel ϕ 12,7 mm	=	3 jam
– menarik kawat penghantar 20 m No. 8	=	1 jam
– menarik kawat penghantar 20 m No. 10	=	1 jam
– menarik kawat penghantar No. 12	=	22 jam
Jumlah jam kerja	=	102 jam

Bila upah tukang listrik Rp. 400,–/jam tanpa pembantu, maka upah buruh @ Rp. 400,– x 102 = Rp. 40.800,–

Jadi biaya seluruhnya adalah sebagai berikut :

– Bahan-bahan	Rp. 272.750,–
– Upah	Rp. 40.800,–
– Alat-alat ditaksir	Rp. 20.000,–
Jumlah	Rp. 333.550,–
– Biaya tidak terduga 10%	Rp. 33.355,–
	Rp. 366.905,–
– Keuntungan 10%	Rp. 36.690,50
Jumlah keseluruhannya	Rp. 403.595,50
Dibulatkan	Rp. 403.596,–

Catatan :

Harga bahan hanya taksiran saja, harga sebenarnya yang berlaku harus dicocokkan dengan pasaran.

Contoh 2 :

Hitunglah biaya pemasangan dan penyediaan lampu-lampu, hubungan-hubungan tusuk dimana pekerjaan kasar yaitu pemasangan pipa-pipa kabel dan kotaknya telah dihitung biayanya pada contoh 1 . Semua jenis lampu dan pelat-pelat tutup sakelar dan hubungan tusuk telah dipilih oleh pemilik bangunan.

Jawab :

a. bahan-bahan :

ruang bawah tanah :		
3 buah sakelar dengan tutupnya @ Rp. 580,–	=	Rp. 1.740,–
5 lampu lengkap dengan socketnya @ Rp. 1.550,–	=	Rp. 7.750,–
Lantai pertama :		
3 buah lampu gantung @ Rp. 35.000,–	=	Rp. 105.000,–
1 buah lampu gantung @ Rp. 20.000,–	=	Rp. 20.000,–
4 buah lampu langit-langit @ Rp. 12.000,–	=	Rp. 48.000,–
5 buah lampu langit-langit @ Rp. 3.000,–	=	Rp. 15.000,–
14 buah landasan lampu dinding @ Rp. 3.000,–	=	Rp. 42.000,–
11 sakelar dengan pelat penutupnya @ Rp. 600,–	=	Rp. 6.600,–
1 sakelar 3 tombol dengan pelat penutup @ Rp. 800,–	=	Rp. 800,–
20 buah hubungan tusuk dengan pelat penutupnya @ Rp. 400,–	=	Rp. 8.000,–
Lantai kedua :		
7 buah lampu langit-langit @ Rp. 12.000,–	=	Rp. 84.000,–
5 buah sakelar dengan pelat penutupnya @ Rp. 600,–	=	Rp. 3.000,–
1 sakelar 3 tombol dengan pelat penutupnya @ Rp. 800,–	=	Rp. 800,–
10 buah hubungan tusuk dengan pelat penutup @ Rp. 400,–	=	Rp. 4.000,–
Ruang langit-langit :		
1 buah sakelar	=	Rp. 600,–
1 lampu dengan socketnya	=	Rp. 1.500,–
Jumlah harga bahan	=	Rp. 348.840,–

b. Upah buruh : lihat tabel VII – 6

– pemasangan 4 buah lampu gantung @ 0,5 jam = 2 jam
– pemasangan 16 buah lampu langit-langit @ 0,35 jam = 5,6 jam
– 6 lampu dengan socketnya @ 0,25 jam = 1,5 jam
– 14 buah landasan lampu dinding @ 0,25 jam = 3,5 jam
– 2 buah sakelar 3 tombol @ 0,35 jam = 0,7 jam
– 22 sakelar @ 0,15 jam = 3,3 jam
– 30 hubungan tusuk @ 0,15 jam = 4,5 jam

Jumlah = 21,1 jam

Jadi upah buruh = 21,1 jam x Rp. 400,–/jam = Rp. 8.440,–

Jadi biaya seluruhnya sebagai berikut :

– Bahan-bahan	Rp. 348.840,–
– Upah	Rp. 8.440,–
– Alat-alat ditaksir	Rp. 5.000,–
– jamlah	Rp. 362.280,–
– Biaya tidak terduga 10%	Rp. 36.228,–
– Jumlah	Rp. 398.508,–
– Keuntungan 10%	Rp. 39.850,80
– Jumlah keseluruhannya	Rp. 438.358,80
– Dibulatkan	Rp. 438.359,–

Tentu saja biaya pemasangan listrik seluruhnya adalah jumlah dari pekerjaan kasar dan pekerjaan halus. Bila pekerjaan dilakukan oleh satu kelompok kerja saja maka biaya tidak terduga dan keuntungan prosentasenya diambil dari jumlah seluruh bahan, upah dan alat-alat.

BAB VIII

PEKERJAAN SURVEY

Pekerjaan survey atau pengukuran ini selalu dikerjakan oleh team khusus baik sebagai sub kontraktor atau sebagai seksi khusus dari kontraktor induk.

Seluruh pekerjaan konstruksi selalu didahului pekerjaan pengukuran baik sebelumnya atau sesudahnya maupun saat pelaksanaan.

Bagi pekerjaan pembuatan gedung, mungkin cukup dengan membuat suatu titik tolak atau bench mark dimana semua ukuran didasarkan atas titik tetap itu, dimana selanjutnya pengukuran dilakukan cukup dengan benang-benang, unting-unting, penyipat datar dan meteran ukur biasa.

Bagi pekerjaan konstruksi jalan, jaringan irigasi dll. perlu dilakukan pengukuran dan penempatan patok-patok sebelumnya, dan sesudah selesai pelaksanaan dilakukan lagi pengukuran untuk mengecek kebenaran dari kemiringan saluran irigasi atau tinggi dari permukaan jalan, apakah sesuai dengan rencana atau tidak, pekerjaan pengecekan ini biasanya dilakukan oleh team dari konsultan atau pihak direksi.

Cepat lambatnya pengukuran, sangat tergantung dari medan yang diukur dan ketrampilan pengukurnya. Bila harus membabat hutan atau mengukur melalui rawa-rawa, tentu pekerjaan akan lambatjalannya, juga pekerjaan pengukuran di daerah yang lalulintasnya padat, banyak menemui kesukaran karena banyaknya gangguan selain dari lalu lalangnya kendaraan juga getaran yang ditimbulkannya.

Regu pengukuran :

Team atau regu kerja ukur biasanya terdiri dari :

1 orang surveyor atau tukang ukur merangkap mandor
2 orang pembantu pemegang rambu
2 orang tukang pasang patok dan mengukur pita ukur
1 atau 2 orang tukang rintis atau membabat hutan (bila perlu)
1 orang tukang gambar atau memplot hasil ukur
1 atau 2 orang pembantu mengangkat alat-alat

Jadi jumlah orang dalam 1 regu yang biasa, adalah 7 orang paling sedikit. Bila team pengukuran terdiri dari beberapa kelompok, maka 1 orang coordinator diperlukan untuk mengkoordinasikan kelompok pengukur. Kelompok dapat lebih besar jumlahnya bila pekerjaan jauh dari desa misalnya diperlukan tambahan 1 orang pemandu jalan, 1 orang tukang masak dan 2 atau 4 orang membawa alat masak, tenda dll.

Peralatan dan bahan-bahan :

Peralatan ada yang berumur panjang dan ada yang berumur pendek dan ada yang habis sekali pakai.
Alat-alat ukur seperti waterpas, theodolit, BTM dll. termasuk berumur panjang namun umur ini tergantung dari pemeliharaannya. Seorang tukang ukur yang lalai misalnya membiarkan alat ukur kepanasan, kehujanan dan menjatuhkan alat atau memperlakukan alat dengan kasar, akan sangat memperpendek umur dari alat-alat ukur tersebut di atas.
Seorang tukang ukur yang baik, akan selalu menjaga alat ukur itu agar jangan kepanasan dan kehujanan, alat ukur selalu dipayungi, bila diangkut diletakkan ditempat yang tidak tergoncang dan sekrup-sekrup sudah dikunci terlebih dahulu agar alat tidak bergerak kesana kemari. Kesimpulan yang dapat diambil umurnya tergantung dari se pemakai sendiri, namun demikian umurnya dapat ditaksir untuk pemakaian yang wajar sekitar ± 15 tahun.

Alat-alat yang berumur pendek termasuk diantaranya ialah rambu-rambu pita ukur, kalkulator dan sebagainya.
Alat-alat yang habis sekali pakai ialah kertas-kertas gambar, alat tulis menulis, batu baterai dan sebagainya.
Karena pengukuran dilakukan di lapangan maka alat transportasi adalah hal yang selalu tidak boleh dilupakan. Bila dipergunakan kendaraan bermotor tentu harus dihitung sewanya dan termasuk dalam biaya pengukuran.

Keperluan tenaga buruh :

Keperluan tenaga buruh sangat tergantung dari keadaan medan yang akan diukur namun demikian disajikan pada tabel VIII – 1, jam kerja yang diperlukan untuk medan yang tidak terlalu berat yaitu pedataran dan perbukitan biasa yang tidak berhutan lebat.

Tabel VIII – 1

Keperluan jam kerja buruh pengukuran :

Jenis pekerjaan	Hasil pekerjaan
– pengukuran rangka (polygon utama)	1,5 km/regu/hari
– pengukuran situasi	5 Ha/regu/hari
– pengukuran trace saluran	0,5 km/regu/hari
– penggambaran atau memplot hasil ukuran situasi, dg skala 1:2000 di lapangan	20 Ha/orang/hari
– penggambaran trace saluran skala 1:5000 di lapangan	2–2,5 km/orang/hari

Pekerjaan yang disebutkan pada tabel VIII – 1 tentu saja belum sempurna karena perlu dibuatkan gambar akhir dengan tinta dan kalau perlu dilakukan pengecekan lagi dilapangan sebelum penggambaran akhir dilakukan. Pada tabel VIII – 2 disajikan keperluan jam kerja yang diperlukan untuk pekerjaan penyelesaian di kantor.

Tabel VIII – 2

Pekerjaan penyelesaian hasil pengukuran

Jenis pekerjaan	Hasil pekerjaan
– pemetaan pendahuluan oleh design engineer	300 Ha/orang/hari
– pengecekan lapangan dan pengukuran oleh geodetic design engineer dgn dibantu satu team surveyor	4 km/regu/hari
– pengecekan penggambaran peta terakhir oleh design engineer	600 Ha/orang/hari
– penggambaran terakhir dengan tinta bak skala 1:2000	90 Ha/orang/hari
– penggambaran peta situasi dari 1:2000 menjadi 1:5000 dgn alat pantograph	40 Ha/orang/hari

Contoh :

Hitunglah anggaran biaya untuk pemetaan daerah pengairan dan pengukuran serta penggambaran trace saluran-saluran irigasi dimana diketahui luas daerah pengairan 1500 Ha, panjang saluran primer dan sekunder ± 35 km. Juga diminta pengukuran situasi : khusus untuk letak bendung, 50 buah lokasi bangunan bagi dan sebuah lokasi khusus bangunan siphon jembatan.
Skala yang diminta 1:5000 dan hasil akhir peta situasi dibuat dari skala 1:2000.
Pekerjaan survey diminta diselesaikan dalam tempo 7 bulan.
Lokasi pekerjaan dapat dicapai dengan kendaraan bermotor.

Jawab :

A. ***Tenaga buruh/upah :***

1. **Pekerjaan persiapan dan pengumpulan data :**
   dilakukan oleh design engineer geodesi, kepala team pengukuran dan design engineer irigasi. Waktu yang diperlukan ± 7 hari.
2. **Pekerjaan pengukuran dan penggambaran kasar situasi dikantor lapangan :**
   a. **Pengukuran rangka atau poligon utama :**
      volume pekerjaan ± 50 km, terlihat di peta topografi, kapasitas kerja : 1,5 km/regu/hari (lihat tabel VIII – 1)
      jadi waktu yang diperlukan = $\frac{50}{1,5} = 33,33 \sim 34$ **hari**

b. Pengukuran situasi :
   kapasitas kerja = 5 Ha/regu/hari
   volume pekerjaan = 1500 Ha
   jadi waktu yang diperlukan = $\frac{1500}{5} = 300$ hari
c. Penggambaran kasar situasi skala 1:2000 berikut petak-petak sawah yang ada :
   volume pekerjaan = 1500 Ha
   kapasitas kerja = 20 Ha/orang/hari
   jadi waktu yang diperlukan = $\frac{1500}{20} = 75$ hari
d. Pemetaan pendahuluan oleh design engineer geodesi :
   volume pekerjaan = 1500 Ha
   kapasitas pekerjaan = 300 Ha/orang/hari
   waktu yang diperlukan = $\frac{1500}{300} = 5$ hari
e. Pengecekan dilapangan oleh design engineer dan pengukuran dibantu oleh satu regu pengukur :
   volume pekerjaan = 1500 Ha
   kapasitas pekerjaan = 4 km/regu/hari
   kapasitas pekerjaan 10 km ekuivalen dengan 100 Ha belum termasuk saluran primer dan sekunder sepanjang 35 km.
   Jadi waktu yang diperlukan :
   $$\frac{(\frac{1500}{100} \times 10 + 35) \text{ km}}{4 \text{ km/regu/hari}} = \frac{185}{4} = 46,25 \sim 47 \text{ hari}$$
f. Pengecekan terakhir setelah dicek dilapangan :
   kapasitas kerja design engineer = 600 Ha/orang/hari
   volume pekerjaan = 1500 Ha
   jadi waktu yang diperlukan : $\frac{1500}{600} = 2,5$ hari ~ 3 hari
g. Penggambaran akhir dengan tinta bak :
   volume pekerjaan = 1500 Ha
   kapasitas kerja tukang gambar = 90 Ha/orang/hari
   jadi waktu yang diperlukan :
   $\frac{1500}{90} = 16,67$ hari ~ 17 hari

h. **Penggambaran peta situasi dari skala 1:2000 , menjadi 1:5000 dengan alat pantograph :**
kapasitas kerja 40 Ha/orang/hari
jadi waktu yang diperlukan = $\frac{1500}{40}$ = 37,5 ∿ 38 hari

Dengan pekerjaan dari a sampai h maka selesailah sudah pemetaan dari daerah pengairan tersebut di atas.

3. **Perencanaan trace saluran irigasi oleh design engineer irigasi ditaksir 18 hari.**

4. **Pengukuran dan penggambaran trace saluran-saluran irigasi :**

   a. **Pengukuran :**
   volume pekerjaan 35 km
   kapasitas kerja = 0,5 km/regu/hari
   waktu yang diperlukan = $\frac{35}{0,5}$ = 70 hari

   b. Penggambaran :
   kapasitas pekerjaan = 2,0 km/orang/hari
   volume pekerjaan = 35 km
   waktu yang diperlukan = $\frac{35}{2}$ = 17,5 hari ∿ 18 hari

5. Pengukuran situasi & penggambaran lokasi khusus dari bendung, 50 bangunan bagi, 1 buah siphon jembatan :

   a. Pengukuran situasi :
   kapasitas pengukuran diambil :
   untuk bendung : 1 bendung/regu/10 hari
   untuk bangunan bagi : 5 bangunan/regu/hari
   untuk siphon jembatan : 1 siphon/regu/hari
   jadi waktu yang diperlukan :

bendung	10 hari
bangunan bagi $\frac{50}{5}$ =	10 hari
siphon jembatan	1 hari
Jumlah	21 hari

   b. Penggambaran dengan skala 1:200 :
   kapasitas kerja menggambar situasi skala 1:200 :
   menggambar bendung = 10 hari, 1 orang tukang gambar

   menggambar bangunan bagi = 10 hari, 5 orang tukang gambar
   menggambar siphon = 1 hari, 1 orang tukang gambar
   Jumlah semua = 21 hari

   Karena harus menunggu data dari lapangan, maka waktu penggambaran sama lamanya dengan pengukuran.

Kapasitas pekerjaan dapat saja dirubah dari per hari menjadi per jam atau per bulan untuk setiap orang. Kapasitas kerja per bulan per orang disebut juga kerja bulanan per orang atau man month. Kapasitas kerja per jam disebut jam kerja buruh atau man hour, sedang jam kerja per hari disebut kerja harian atau man day.

Ada perusahaan-perusahaan yang lebih suka memakai jam kerja bulanan karena didasarkan kepada upah yang diberikan per bulan. Penulis lebih condong menggunakan jam kerja bulanan atau harian untuk pekerjaan-pekerjaan seperti pengukuran dan penggambaran, yang selain dibayar upahnya bulanan atau harian, juga kapasitas kerja tiap jam agak sukar diukur, karena kesukaran pekerjaan berbeda-beda untuk tiap jamnya, sedang untuk pekerjaan konstruksi misalnya memasang batu bata, memplester, sebaiknya dipakai per jam, karena selain dilakukan oleh buruh harian, juga kapasitas kerjanya akan kira-kira sama setiap jamnya karena jenis pekerjaan yang sama, dengan demikian maka baik buruh maupun pengusaha tidak dirugikan.

Dari hasil-hasil perhitungan di atas maka cara pelaksanaan pekerjaan dapat digambarkan sbb :

Terlihat dari gambar garis bahwa garis penyelesaian pekerjaan saling menumpang (overlapping) karena baru setengah atau seperempat pengukuran, gambar sudah bisa dimulai dengan demikian maka waktu penyelesaian diperpendek. Tapi harus diingat bahwa waktu penyelesaian yang diminta adalah 7 bulan – bukan 500 hari, maka jumlah regu pengukur atau tukang menggambar harus ditambah.

Maka perhitungannya dilanjutkan sebagai berikut :

1. **Pekerjaan persiapan dan pengumpulan data :**
   tetap oleh 2 orang, design engineer dan 1 orang kepala team ukur dilakukan : 7 hari atau $\frac{7}{26}$ bulan = 0,27 bulan
   (bila satu bulan dianggap 26 hari kerja)
2. **Pengukuran dan penggambaran situasi :**
   a. **poligon rangka dikerjakan oleh 5 regu pengukur, jadi waktu yang diperlukan $\frac{34}{5}$ = 6,8 hari**

      atau $\frac{6,8}{26}$ = 0,26 bulan atau $\frac{34}{26}$ hari = 1,31 bulan waktu kerja regu (man month), dengan satuan pekerja 1 regu
   b. **pengukuran situasi dilakukan oleh 5 regu pengukur maka waktu yang diperlukan $\frac{300}{5}$ = 60 hari atau $\frac{60}{26}$ = 2,31 bulan**

      sedang waktu kerja regu = $\frac{300}{5}$ = 11,54 bulan, dengan satuan pekerja 1 regu.
   c. **penggambaran kasar situasi 1:2000 :**
      dikerjakan oleh 2 orang tukang gambar, maka waktu penyelesaian $\frac{75}{2}$ = 37,5 hari = $\frac{37,5}{26}$ = 1,44 bulan

      sedang waktu kerja tukang gambar = $\frac{75}{26}$ = 2,88 bulan, dengan satuan pekerja satu orang.
   d. **mengecek pemetaan pendahuluan oleh design engineer geodesi tetap oleh 1 orang saja, jadi waktu penyelesaian :**
      = $\frac{5}{26}$ = 0,19 bulan
   e. **pengecekan dilapangan oleh design engineer geodesi dengan 1 regu pengukur :**
      design engineer geodesi = $\frac{47}{26}$ = 1,81 bulan

      regu pengukur = $\frac{47}{26}$ = 1,81 bulan
   f. **pengecekan terakhir oleh design engineer geodesi 3 hari**
      = $\frac{3}{26}$ = 0,12 bulan

g. penggambaran akhir dengan tinta bak $= \frac{17}{26} =$ 0,65 bulan, 1 orang tukang gambar

h. penggambaran 1:5000 dari peta 1:2000 : dilakukan oleh 2 orang tukang gambar jadi waktu yang diperlukan $= \frac{38}{2} =$ 19 hari atau $\frac{19}{26} =$ 0,73 bulan

3. Perencanaan trace saluran 1 orang design engineer irigasi ditaksir 18 hari

   waktu kerja tukang gambar $= \frac{38}{26} =$ 1,46 bulan

4. Pengukuran dan penggambaran trace saluran irigasi :

   a. pengukuran oleh 4 regu pengukur, maka waktu yang diperlukan $= \frac{35}{0,5}$: 4 = 17,50 hari atau $\frac{17,5}{26} =$ 0,67 bulan

   waktu kerja regu $= \frac{70}{26} =$ 2,69 bulan, dengan satuan pekerja 1 regu

   b. penggambaran oleh 1 orang tukang gambar $= \frac{18}{26} =$ 0,69 bulan

5. Pengukuran dan penggambaran lokasi khusus :

   a. pengukuran :
   - pengukuran bendung oleh 1 regu : 10 hari atau $\frac{10}{26} =$ 0,26 bulan
   - pengukuran bangunan bagi oleh 4 regu : jadi waktu yang diperlukan $= \frac{10}{4}$ hari = 2,5 hari atau $\frac{2,5}{26} =$ 0,12 bulan

     waktu kerja regu $= \frac{10}{26} =$ 0,26 bulan
   - pengukuran siphon 1 hari $= \frac{1}{26} =$ 0,04 bulan

   b. penggambaran :
   - penggambaran situasi bendung : 10 hari $= \frac{10}{26} =$ 0,38 bulan, oleh 1 orang tukang gambar

   - penggambaran lokasi bangunan bagi oleh 5 orang tukang gambar dengan kapasitas 1 lokasi/orang/hari, jadi waktu yang diperlukan $= \frac{50}{5} =$ 10 hari atau $\frac{10}{26} =$ 0,38 bulan

     waktu kerja tukang gambar $= \frac{50}{26} =$ 1,92 bulan
   - penggambaran situasi siphon 1 hari $= \frac{1}{26} =$ 0,04 bulan

Dengan perhitungan diatas, maka bagan waktu pelaksanaan (time schedule) dapat digambarkan.

BAGAN WAKTU PELAKSANAAN

JENIS PEKERJAAN	BULAN KE 1	2	3	4	5	6	7	KETERANGAN
1. Pekerjaan persiapan & pengumpulan data								0,27 BULAN
2. Pengukuran & penggambaran situasi								
a. Poligon rangka								0,26 BULAN
b. Pengukuran situasi								2,31 BULAN
c. Penggambaran kasar situasi 1:2000								1,44 BULAN
d. Pemetaan pendahuluan								0,19 BULAN
e. Pengecekan dilapangan								1,81 BULAN
f. Pengecekan terakhir								0,12 BULAN
g. Penggambaran akhir								0,65 BULAN
h. Gambar dari 1:2000 ke 1:5000								0,73 BULAN
3. Perencanaan trace saluran irigasi								0,75 BULAN
4. Pengukuran & penggambaran trace saluran								
a. Pengukuran								0,67 BULAN
b. Penggambaran								0,69 BULAN
5. Pengukuran & penggambaran lokasi khusus Pengukuran :								
a. Pengukuran bendung								0,26 BULAN
b. Pengukuran bendungan bagi								0,12 BULAN
c. Pengukuran siphon jembatan								0,04 BULAN
Penggambaran :								
a. Penggambaran bendung								0,38 BULAN
b. Penggambaran bendungan bagi								0,38 BULAN
c. Penggambaran siphon								0,04 BULAN
6. Pencetakan & Penjilidan								1 BULAN
								Waktu pelaksanaan

BAGAN WAKTU PENGADAAN PERSONIL

JENIS PERSONIL*	BULAN KE 1	2	3	4	5	6	7	Jam kerja bulanan (man month)*
Proyek Manager								2
1. Pekerjaan persiapan & pengumpulan data								
– Design Engineer geodesi								0,27
– Design Enginner irigasi								0,27
– Kepala team ukur								6,25
2. a. 5 regu surveyor								0,26
b. 5 regu surveyor								11,54
c. 2 orang tukang gambar peta								2,88
d. Design Engineer geodesi								0,19
e. – Design Engineer geodesi								1,81
– 1 regu surveyor								1,81
f. Design Engineer geodesi								0,12
g. 1 orang tukang gambar peta								0,65
h. 2 orang tukang gambar								1,46
3. Design Engineer irigasi								0,75
4. a. 4 regu surveyor								2,69
b. 1 orang tukang gambar								0,69
5. a. 1 regu surveyor								0,26
b. 4 regu surveyor								0,26
c. 1 regu surveyor								0,04
a. 1 orang tukang gambar								0,38
b. 5 orang tukang gambar								1,92
c. 1 orang tukang gambar								0,04
6. – 1 orang tukang cetak								1
– 2 orang tukang jilid								2

* – Nomor jenis personil sama dengan nomor-nomor jenis pekerjaan pada bagan waktu pelaksanaan.
– Jam kerja bulanan (man month) ialah waktu penyelesaian dengan satuan jumlah pekerja satu orang.
Bila di kerjakan oleh 2 orang maka waktunya adalah "waktu pelaksanaan" menjadi setengahnya, bila oleh 3 orang, jam kerja pelaksanaan menjadi sepertiganya dstnya.

1 regu survey terdiri dari :

1	orang tukang ukur @ Rp. 100.000,–	Rp. 100.000,–
2	tukang rambu @ Rp. 60.000,–	Rp. 120.000,–
2	orang tukang patok dan pita ukur @ Rp. 60.000,–	Rp. 120.000,–
2	orang tukang rintis @ Rp. 45.000,–	Rp. 90.000,–
1	orang pembantu membawa alat-alat	Rp. 45.000,–
8	orang	Rp. 475.000,– (per bulan)

Jadi upah yang harus dikeluarkan adalah sbb :

1. proyek manager 2 bulan @ Rp. 300.000,– Rp. 600.000,–
2. design engineer geodesi
   = (0,27 + 0,19 + 1,81 + 0,12)
   = 2,39 bulan @ Rp 200.000,– Rp. 478.000,–
3. kepala team ukur 6,25 bln @ Rp. 175.000,– Rp. 1.093.750,–
4. regu surveyor
   = (0,26+11,54+1,81+2,69+0,26+0,26+0,04)
   = 16,86 bulan @ Rp. 475.000,– Rp. 8.008.500,–
5. design engineer irigasi = 0,75 bulan
   @ Rp. 200.000 Rp. 150.000,–
6. tukang gambar
   = (2,88+0,65+1,46+0,69+0,38+1,92+0,04)
   = 8,02 bulan @ Rp. 60.000,– Rp. 481.200,–
7. tukang cetak = 2 bulan @ Rp. 45.000,– Rp. 90.000,–
8. tukang jilid = 2 bulan @ Rp. 45.000,– Rp. 90.000,–
9. bagian administrasi =
   ± 3 org x 3 bln x Rp. 75.000,– Rp. 675.000,–

Jumlah upah Rp. 11.666.450,–

B. *ALAT-ALAT DAN BAHAN-BAHAN :*

1. *Alat Ukur :*

alat ukur	jumlah alat	harga alat	sewa alat per hari	pemakaian hari	jumlah sewa alat
waterpas	5	Rp.2.500.000,–	Rp.800,–	156 hari	Rp. 624.000,–
theodolite	5	Rp.3.000.000,–	Rp.950,–	156 hari	Rp. 741.000,–
BTM	5	Rp.3.000.000,–	Rp.950,–	156 hari	Rp. 741.000,–
rambu	20	Rp. 50.000,–	50%	156 hari	Rp. 500.000,–
pita ukur baja	5	Rp. 35.000,–	50%	156 hari	Rp. 87.500,–
rolled tape	5	Rp. 3.000,–	50%	156 hari	Rp. 7.500,–
buku ukur	20	Rp. 2.000,–	100%		Rp. 100.000,–
				Jumlah	Rp.2.801.000,–

Menghitung sewa alat adalah sbb :

– **waterpas** umur ± 15 tahun = 15 x 2000 jam per tahun pemakaian normal = 30.000 jam
  harga alat Rp. 3.500.000,–
  pemeliharaan ditaksir Rp. 500.000,–
  Rp. 3.000.000,–
  sewa per jam = $\frac{\text{Rp. } 3.000.000,-}{30.000}$ = Rp. 100,–/jam
  sewa per hari = Rp. 100,– x 8 jam = Rp. 800,–

– **theodolite** umur = 30.000 jam
  harga alat Rp. 3.000.000,–
  pemeliharaan Rp. 500.000,-
  Rp. 3.500.000,–
  sewa per jam = $\frac{\text{Rp. } 3.500.000,-}{30.000}$ = Rp. 117,–
  sewa per hari = Rp. 117,– x 8 jam = Rp. 936,– Rp. 950,–

– **alat BTM** : sewa per hari = Rp. 950,–

– **mesin cetak gambar** : umur ditaksir 10 tahun
  harga alat Rp. 2.500.000,–
  pemeliharaan Rp. 500.000,–
  jumlah Rp. 3.000.000,–
  sewa per jam = $\frac{\text{Rp. } 3.000.000,-}{10 \text{ x } 2000 \text{ jam}}$ = Rp. 150,–
  sewa per hari = Rp. 150,– x 8 jam = Rp. 1.200,–

2. ***Alat-alat kantor :***

jenis alat	banyaknya	harga alat	sewa atau depresiasi per tahun	lama pemakaian	Jumlah
meja gambar	5	Rp. 150.000,–	10%	4 bulan	5 x10% x 100.000 x $\frac{4}{12}$ = Rp. 25.000,–
sablon	5	Rp. 120.000,–	10%	4 bulan	5 x10% x 120.000 x $\frac{4}{12}$ = Rp. 20.000,–
kalkulator saku	15	Rp. 15.000,–	25%	4 bulan	15 x25% x 15.000 x $\frac{4}{12}$ = Rp. 18.750,–
mesin cetak	1	Rp.2.500.000,–	Rp.1.200/hari	1 bulan	1 x 1200 x 26 = Rp. 31.200,–
alat potong kertas	1	Rp. 200.000,–	10%	1 bulan	10% x 200.000 x $\frac{1}{12}$ = Rp. 1.700,–
mesin tik	2	Rp. 200.000,–	10%	2 bulan	2 x 10% x 200.000x $\frac{2}{12}$ = Rp 6.700,–
mesin gambar	5	Rp. 300.000,–	10%	4 bulan	5 x 10% x 300.000x $\frac{4}{12}$ = Rp. 50.000,–
planimeter	1	Rp. 150.000,–	10%	1 bulan	1 x 10% x 150.000x $\frac{1}{12}$ = Rp. 1.250,–
pantograph	2	Rp. 150.000,–	10%	1 bulan	2 x 10% x 150.000x $\frac{1}{12}$ = Rp. 2.500,–
				Jumlah	= Rp.157.100,–

3. *Bahan-bahan :*

a. Bahan untuk gambar dan kantor :

– kertas kalkir 35 roll @ Rp. 6.900,–	Rp. 241.500,–
– ozalid 135 roll @ Rp. 5.400,–	Rp. 729.000,–
– alat tulis menulis dan kertas-kertas + batu baterai, untuk gambar dan kantor	Rp. 150.000,–
Jumlah	Rp. 1.120.500,–

b. bahan untuk pengukuran :

bahan	banyaknya	harga satuan Rp.	jumlah Rp.
– patok beton	30	10.000	300.000
– patok kayu	3000	150	450.000
– cat	10 kg	1.500	15.000
– koas	10 buah	250	2.500
– patok pembantu	ditaksir		50.000
– perlengkapan personil (sepatu, topi, jas hujan, termos dll)	10	30.000	300.000
		Jumlah	1.117.500

Jadi alat-alat dan bahan-bahan seluruhnya sbb :

1. alat-alat ukur	Rp. 2.801.000,–
2. alat-alat kantor	Rp. 157.100,–
3. bahan gambar dan kantor	Rp. 1.120.500,–
4. bahan untuk pengukuran	Rp. 1.117.500,–
Jumlah	Rp. 5.196.100,–

C. *BIAYA ANGKUTAN :*

Lapangan dapat dicapai dengan kendaraan bermotor jadi dihitung sbb :

jenis kendaraan	banyaknya	sewa Rp./hari	lama pemakaian	jumlah
jeep	1	20.000	2 bulan	1 x 2 x 30 x 20.000 = Rp. 1.200.000,–
jeep	1	20.000	7 bulan	1 x 7 x 30 x 20.000 = Rp. 4.200.000,–
1 truk (antar jemput saja)	1	10.000	3 bulan	1 x 3 x 30 x 10.000 = Rp. 900.000,–
sepeda motor	2	2.500	7 bulan	2 x 7 x 30 x 2.500 = Rp. 1.050.000,–
			Jumlah	Rp. 7.350.000,–

D. Biaya Telekomunikasi ditaksir Rp. 150.000,–

E. Sewa Kantor Lapangan termasuk tempat menginap, alat-alat dan minuman : 6 bulan @ Rp. 200.000,– Rp. 1.200.000,–

Jadi jumlah biaya seluruhnya sbb :

A.	Upah	Rp. 11.666.450,–
B.	Alat-alat dan bahan-bahan	Rp. 5.196.100,–
C.	Biaya angkutan	Rp. 7.350.000,–
D.	Biaya telekomunikasi	Rp. 150.000,–
E.	Sewa kantor/penginapan	Rp. 1.200.000,–
	J u m l a h	Rp. 25.562.550,–
	Biaya tak terduga 10%	Rp. 2.556.255,–
		Rp. 28.118.805,–
	Keuntungan 10%	Rp. 2.811.880,50
	Biaya seluruhnya	Rp. 30.930.685,50
	Dibulatkan	Rp. 30.930.686,–

Jadi biaya per Ha = $\frac{\text{Rp. } 30.930.686,-}{1.500 \text{ Ha}}$ = Rp. 20.621,–

BAB IX

TATALAKSANA PROYEK DAN PENGELOLAAN PELAKSANAAN

A. Tatalaksana proyek:

Yang dimaksud dengan tata laksana proyek disini ialah suatu tata cara yang harus dilalui oleh seorang pelaksana sebelum dimulainya suatu pelaksanaan dari pekerjaan.

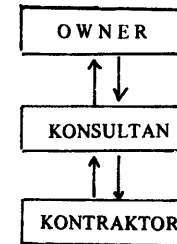
1 Bila seorang pelaksana ingin mendapat suatu pekerjaan, apakah pekerjaan itu diberikan oleh perusahaan swasta atau oleh suatu departemen ataupun oleh perseorangan, terlebih dahulu ia harus memperkenalkan diri atau mengikuti suatu prakwalifikasi yang diadakan oleh pemberi pekerjaan (bouwheer atau owner).
Dalam prakwalifikasi (prequalification) hal-hal sebagai berikut harus dilampirkan :

1. Surat pernyataan kesediaan atau letter of intend yang di tanda tangani oleh Presiden Direktur perusahaan atau kuasanya.

2. Surat "Akta" perusahaan yang dibuat oleh notaris.
3. Bagan organisasi perusahaan.
4. Daftar personil perusahaan lengkap dengan curriculum vitaenya.
5. Daftar pengalaman perusahaan dalam bidang pelaksanaan proyek-proyek.
6. Daftar alat-alat yang dipunyai.
7. Daftar keadaan keuangan : Balance sheet atau neraca keuangan perusahaan yang ditanda tangani oleh publik akuntan yang sah, surat-surat referensi dari bank-bank dsb.
8. Surat ijin usaha dan surat fiskal.

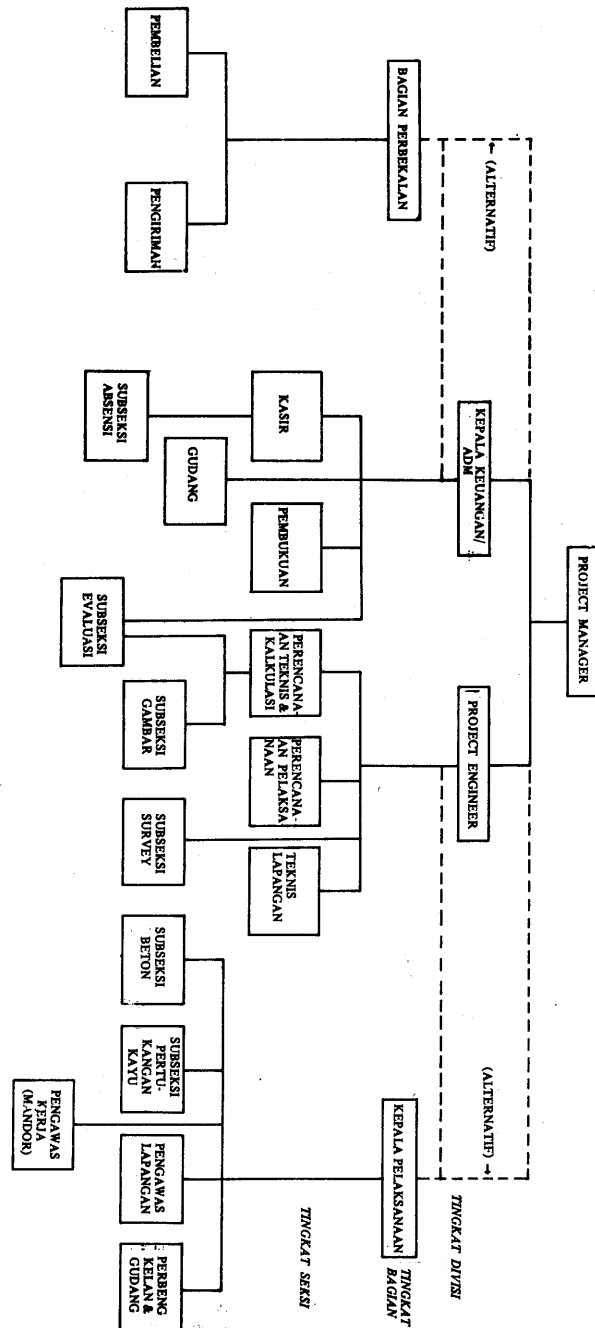
Biasanya buku isian prakwalifikasi sudah disediakan oleh pemberi pekerjaan.

2. Setelah lulus prakwalifikasi seorang pelaksana biasanya mendapat undangan untuk mengajukan penawaran dan pelaksana dapat mengambil dokumen-dokumen penawaran yang harus diisi dan spesifikasi-spesifikasi dari pekerjaan serta gambar-gambar.
3. Setelah dokumen penawaran diisi maka segera dikembalikan ke kantor pemberi pekerjaan dengan disertai jaminan penawaran dari bank (bid bond) biasanya sebesar ± 5% dari harga penawaran sebagai jaminan bahwa pelaksanaan sungguh-sungguh ingin ikut dalam tender. Biasanya sebelum penawaran dikembalikan diadakan peninjauan lapangan bersama oleh para calon pelaksana, konsultan atau direksi dan wakil dari bouwheer. Pada saat pembukaan penawaran semua pelaksana diundang dan menyaksikan angka-angka penawaran dari seluruh peserta penawaran. Penunjukan pelaksana tidak dilakukan waktu itu, apabila masih ada hal-hal yang harus dipertimbangkan oleh pemberi pekerjaan. Meskipun biasanya pekerjaan diberikan kepada penawaran yang terendah, tetapi hal ini tidaklah mutlak.
4. Apabila seorang pelaksana telah atau akan ditunjuk sebagai "yang mendapat pekerjaan" maka biasanya dipanggil dan diadakan tanya jawab mengenai kebenaran perhitungan biayanya, kesanggupan dan kemampuannya dalam pelaksanaan nanti.
5. Apabila seorang pelaksana telah ditunjuk, maka pelaksana harus memasukkan surat jaminan pelaksanaan (performance bond) sebelum kontrak ditanda tangani.
6. Setelah penanda tanganan kontrak pekerjaan, maka mulailah dengan pelaksanaannya. Surat jaminan penawaran dapat diambil kembali dan dicairkan lagi di bank.

7. Hubungan pemberi pekerjaan, pengawas dan pelaksana digambarkan di bawah ini :

Consultant atau direksi merupakan wakil dari owner. Biasanya yang ditunjuk sebagai direksi pekerjaan, ialah consultant yang membuat perencanaan dari proyek tersebut.
Semua pekerjaan dilapangan harus disetujui dan diterima pihak direksi sebelum dilakukan pembayaran cicilan.

B. Pengelolaan pelaksanaan (Project management) :

1. Pengelolaan pelaksanaan adalah cara yang ditempuh dalam melaksanakan pekerjaan agar pekerjaan berjalan lancar dengan biaya sehemat mungkin dan hasilnya sebaik mungkin dan memberikan keuntungan sebagaimana yang diinginkan. Yang pertama-tama harus dikerjakan ialah membuat bagan organisasi lapangan dan hubungan-hubungannya agar pekerjaan tidak bersimpang-siur. Dibawah ini disajikan contoh bagan organisasi pelaksanaan di lapangan (bagan IX – 1).

IX – 1 BAGAN ORGANISASI PELAKSANAAN

Pengelolaan pelaksanaan proyek yang sukses dan ekonomis dimulai dari suatu organisasi pekerjaan yang efisien yang digambarkan pada bagan. Besar dan jenisnya proyek menentukan besarnya jumlah dan keahliannya para personil yang diperlukan. Tetapi secara umum bagan organisasi pelaksanaan dapat digambarkan seperti terlihat pada gambar IX – 1.

Pada proyek yang besar setiap kotak akan diisi oleh seorang ahli dengan pembantunya bila perlu, pada proyek-proyek kecil mungkin satu orang dapat mengisi beberapa posisi sekaligus. Pada suatu proyek mungkin saja beberapa jenis pekerjaan dapat dilakukan di kantor pusat seperti pembelian barang, akuntansi, bagian perencanaan, sedang bagian-bagian lainnya dilakukan di lapangan, sedang pengelolaan keuangan, apakah di lapangan atau dikantor pusat harus dipikirkan sebaik-baiknya terlebih dahulu.

Tujuan utama dari hal-hal diatas ialah agar pimpinan proyek (Project Manager) selalu mengetahui segala keadaan dari proyek tersebut. Komunikasi yang cepat dan langsung diperlukan untuk tujuan tersebut diatas.

Pada suatu proyek yang sebagian dikontrol dari pusat, adalah penting kita menempatkan seksi penerimaan dan pengeluaran barang, seksi perencanaan pelaksanaan dan seksi perencanaan teknis & kalkulasi ditempatkan di lapangan, kecuali kalau letak proyek dekat dengan kantor pusat.

Bila proyek letaknya cukup dekat dengan kantor pusat maka semua pengelola pelaksanaan dari tingkat di atas pengawas kerja atau mandor dapat ditempatkan di kantor pusat.

Bila mengerjakan banyak proyek yang tidak begitu besar dan letaknya terpencar dengan jarak yang tidak terlalu jauh dari kantor pusat, maka semua pekerjaan dapat dilaksanakan dari kantor pusat agar pengeluaran ongkos kantor berkurang.

Untuk kontrak kerja jenis lumpsum atau harga pasti (fixed price), maka jumlah staff dibuat seminimum mungkin, sedang untuk kontrak jenis cost plus fee atau berdasarkan jam kerja buruh, maka sebaiknya semua staff pengelola proyek ditempatkan di lapangan.

Subseksi gudang & perbengkelan, ialah : bagian yang meliputi gudang-gudang dan lapangan tempat bahan-bahan termasuk perbengkelan-perbengkelan ialah bengkel las, bengkel komponen-komponen konstruksi, bengkel pipa dan lain-lain.

Jadi antara subseksi gudang dan perbengkelan terdapat kontak secara fisik dan komunikasi antara proyek dan bagian yang

memberikan pelayanan.

Subseksi perencanaan pelaksanaan :

Bagian-bagian teknis lapangan yang mendetail berada di bawah subseksi perencanaan pelaksanaan dimana subseksi perencanaan pelaksanaan bertanggung-jawab atas perencanaan pelaksanaan, pengawasan dan pengendalaian proyek, uji bahan, kekuatan, perencanaan lapangan, pengukuran (survey), pengukuran volume kemajuan pekerjaan dan pengajuan penagihan.
Bagian perencanaan pelaksanaan bertanggung-jawab atas laporan kemajuan pekerjaan, bagan-bagan pelaksanaan pekerjaan, membuat perencanaan pelaksanaan baru bila ada perubahan pekerjaan dan keterlambatan.

Subseksi perencanaan teknis dan kalkulasi :

Mengerjakan evaluasi kemajuan pekerjaan dan perhitungan ongkos nya, membuat anggaran biaya lokal, membuat tagihan kemajuan pekerjaan yang telah selesai, dan melakukan pekerjaan perencanaan detail dan penggambaran.

Subseksi teknis lapangan dan pengukuran :

Mengerjakan pengawasan dan inspeksi pekerjaan, menguji bahan yang dibeli, mengukur volume dan pengukuran. Juga bagian ini dengan bekerja sama dengan kepala pengawasan pekerjaan (Resident engineer) membuat dan mengisi buku harian pelaksanaan dan gambar terbaru pelaksanaan bila terdapat kelainan dari gambar semula.
Buku harian pelaksanaan diisi setiap hari apa yang terjadi di proyek seperti kemajuan pekerjaan, cuaca, tenaga buruh,kehilangan waktu, perubahan staff, keputusan-keputusan pimpinan dan sebagainya.

Pengawas pelaksanaan atau kepala bagian pelaksanaan:

Mengawasi pekerjaan buruh, alat-alat dan pelaksanaan konstruksi, mengkoordiniasikan pekerjaan yang dilakukan oleh sub kontraktor dan bekerja sama dengan bagian akuntan dan evaluasi dalam hal upah dan data pembiayaan yang disiapkan oleh pengawas-pengawas lapangan, juga bekerja sama dengan bagian perencanaan dalam hal pembelian barang yang benar, pemakain alat-alat dan keperluan-keperluan teknis lain, dimana tugasnya yang terutama ialah memperoleh hasil pekerjaan yang terbaik dengan ongkos yang termurah, selain itu juga mengawasi bahwa alat-alat dipergunakan dan dipelihara dengan baik dan paraburuh diperlakukan dengan cara yang sewajarnya.

Bila kepala bagian pelaksanaan ini cukup pengalaman, maka pengetahuannya dapat membantu pengarahan pekerjaan seksi perencanaan pelaksanaan dalam mendapatkan data-data : lamanya pekerjaan, cara-cara pelaksanaan, sumber-sumber keperluan-keperluan proyek , baik buruh trampil maupun bahan.
Tergantung dari sulit atau mudahnya pelaksanaan dan pengalamannya maka kepala pelaksanaan dapat langsung lapor kepada pimpinan proyek atau kepada kepala divisi perencanaan atau project engineer.

Kepala bagian keuangan:

Kepala bagian keuangan atau bagian akuntan dengan staffnya melakukan pembukuan keuangan, melakukan pembayaran-pembayaran dan segala administrasi keuangan. Ada baiknya juga mereka melihat lapangan sekali-kali, sehingga dapat mengenal mengenai personil lapangan, cara-cara pelaksanaan dll. sehingga mereka merasa bagian dari pelaksanaan pekerjaan dan lebih sadar akan tugas pekerjaannya.

Bagian perbekalan :

Tergantung dari besarnya proyek dapat langsung bertanggung-jawab kepada pimpinan proyek atau kepada kepala keuangan.

Subseksi evaluasi :

Bertanggung jawab kepada 2 orang atasan yaitu bagian perencanaan, ia mempersiapkan data-data yang diperlukan bagian perencanaan yang sejalan dengan cara-cara yang dipakai padabagian keuangan, selain itu juga selalu mempersiapkan status atau keadaan dari pelaksanaan dari segi keuangan dan kemajuan proyek, sehingga pimpinan proyek selalu mengetahui jalannya pelaksanaan secara tepat. Bagian ini baik sekali untuk melatih insinyur-insinyur yang baru lulus, sehingga dapat mengetahui jalannya pekerjaan dari segi keuangan dan teknis.

2. Pengawasan kemajuan pelaksanaan:

Pengawasan kemajuan pelaksanaan adalah bagian yang sangat penting dalam pekerjaan pembangunan, karena dengan pengawasan atau kontrol ini, kita dapat melihat jalannya pekerjaan, apakah pelaksanaan dilakukan dengan giat apa tidak, apakah pelaksanaan dilakukan sesuai dengan bestek.
Untuk memudahkan pengawasan harus dibuat bagan-bagan pekerjaan sbb.:

1. Bagan organisasi pengelolaan pelaksanaan.

2. Bagan pelaksanaan secara keseluruhan.
3. Bagan pengadaan tenaga buruh.
4. Bagan pengadaan bahan-bahan yang diperlukan.
5. Bagan pengadaan alat-alat yang dibutuhkan.
6. Bagan yang lebih terperinci untuk setiap jenis pekerjaan bagi proyek-peoyek yang besar.
7. Bagan pemeliharaan alat-alat berat.
8. Bagan pembiayaan dan penerimaan uang pembayaran dengan kemajuan pekerjaan.

Semua bagan-bagan itu pembuatannya harus disetujui oleh pihak direksi atau pengawas pekerjaan. Namun demikian pembuatan-pembuatan bagan itu, tidaklan ada artinya bila tidak ditunjang oleh sarana-sarana yang diperlukan, sebagai contoh: seorang pelaksana membuat bagan pengadaan alat-alat berat, sedang alat-alatnya tidak ada, karena dipakai ditempat lain. Hal ini akan membuat repot seksi perencanaan pelaksanaan yangharus membuat bagan baru, dengan waktu pelaksanaan yang lebih singkat dan akibatnya biaya meningkat karena harus dibayarkan uang lembur.

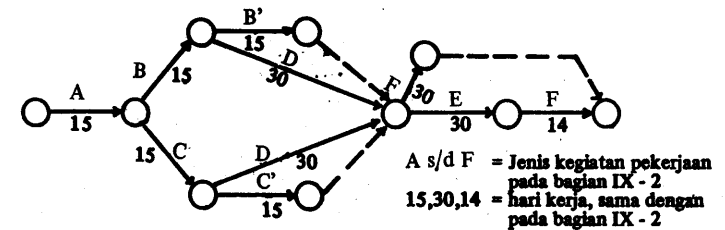
Dibawah ini disajikan contoh bermacam-macam bagan yang sederhana, untuk memberikan pengertian :

1. Contoh bagan organisasi pengelolaan sudah diterangkan panjang lebar di muka.
2. Bagan pelaksanaan secara keseluruhan gambar IX – 2 dan IX – 3

   a. dengan bagan pelaksanaan garis (bar chart)

	Jenis Pekerjaan	Bulan Ke				Banyaknya Bahan	Keterangan
		1	2	3	4		
A	Persiapan						▬ selesai
B	Pemasangan cetakan					150 M^3	▨ program kerja
C	Pembikinan besi beton					25 Ton	
D	Pemasangan besi beton					25 Ton	
E	Pengecoran beton K 225					100 M^3	
F	Pemeliharaan						
G	Tiang beton siap pakai						

Gambar IX – 2 : Pembuatan Tiang Pancang Beton

b. Dengan CPM network (CPM : Critical Path Method)

GAMBAR IX – 3 : PEMBUATAN TIANG PANCANG BETON

3. Bagan tenaga buruh :

	Jenis pekerjaan	Bulan Ke					Keterangan
		1	2	3	4	5	
1	Galian	50	50	50			50 orang tukang gali
2	Lapisan tebing dg pasangan batu		25	25	25	25	25 orang tukang tembok

Gambar IX – 4

4. Bagan pengadaan bahan-bahan :

	Jenis Bahan	Banyaknya	Bulan Ke				Keterangan
			1	2	3	4	
1	Kayu cetakan	150 M^3	0	100 %			▬ Tersedia ▭ Program pengadaan
2	Paku dll.	-	0 100 %				
3	Besi beton	25 Ton	0	100 %			
4	Pasir	60 M^3		0	100 %		
5	Kerikil	75 M^3					
6	Semen	600 Zak					

Gambar IX – 5 : Bahan untuk tiang-tiang beton pada Bagan IX – 2.

Catatan : Kayu, paku, besi, beton dll. dapat lebih diperinci, baik jenis, ukuran dan banyaknya.

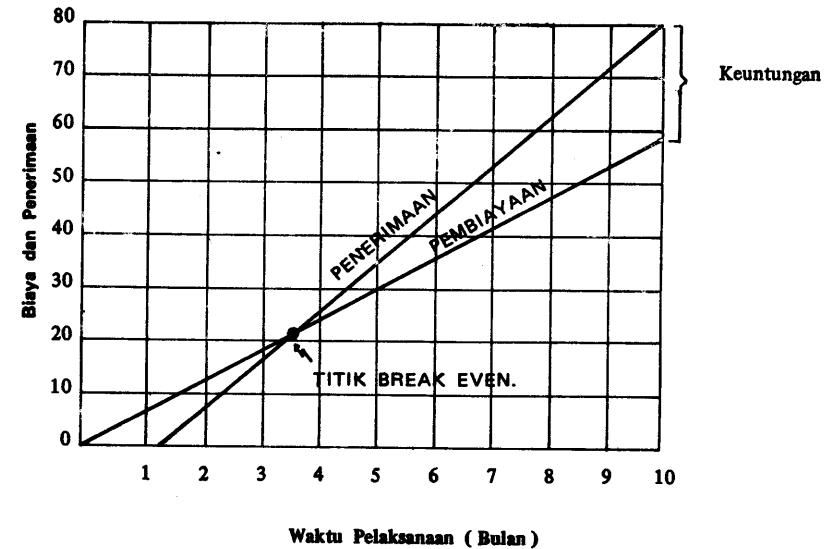
5. **Bagan pengadaan alat-alat yang diperlukan :**

No.	Jenis Alat Berat	Bulan Ke					Keterangan
		1	2	3	4	5	
1	Bulldozer D 6	2	1				Angka = Banyaknya Alat
2	Motor grader 125 HP		2	2	2	2	
3	Sheepfoot roller 8 Ton	1	1	1			
4	Smooth drum roller 8 Ton		2	2	2	2	
5	Truck penyemprot air 3000 liter	1	1	1	1		

Gambar IX – 6 : Alat yang diperlukan untuk pengrataan dan pemadatan tanah.

6.

Gambar IX – 7 : Bagan Produksi Galian vs Jumlah Buruh

7. Bagan pemeliharaan alat-alat berat :
Bagan ini dibuat dibengkel pemeliharaan, lengkap dengan kartu-kartu pemeliharaan untuk tiap-tiap alat berat.

Gambar IX – 8 : Bagan Pembiayaan Dan Penerimaan Pada Pelaksanaan Proyek

Bila ada perubahan pekerjaan, maka perubahan itu harus resmi, karena hal itu menyangkut biaya tambah atau kurang, yang tentu harus disetujui kedua belah pihak. Selain merubah besarnya biaya, juga akan merubah bagan-bagan pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap proyek secara keseluruhan.

Dari bagan-bagan di atas, maka seorang pimpinan proyek dapat segera mengambil tindakan, apabila terjadi kelainan pelaksanaan seperti yang digariskan dan juga memudahkan pengontrolan bahan-bahan, alat-alat, tenaga buruh, keadaan keuangan dan lain sebagainya.

KEPUSTAKAAN :

1. Architectural Graphic Standards, Ramsey & Sleeper
2. Building Construction, W. B. Mckay
3. Construction Est. and Cost, Pulver
4. Perhitungan Tender-tender Internasional
5. Pengalaman bekerja
6. Daftar harga-harga bahan tahun 1982 , PR dan pasaran.
7. Principles of Air Conditioning – Lang
8. Civil Engineering Management , J. M. Antill
9. Int. to Critical Path Analysis , K. G. Lockyer